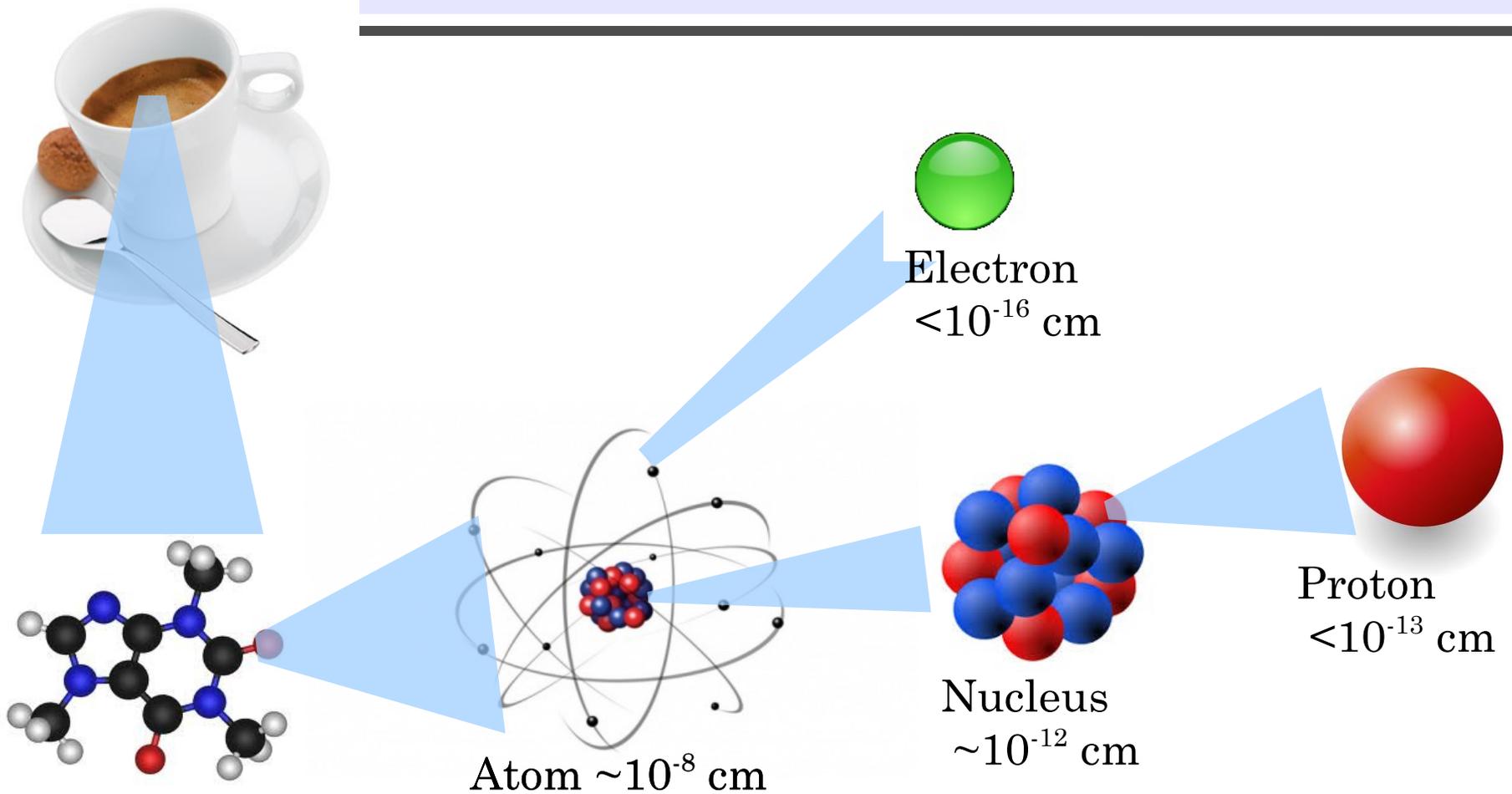


A experiênciã ATLAS

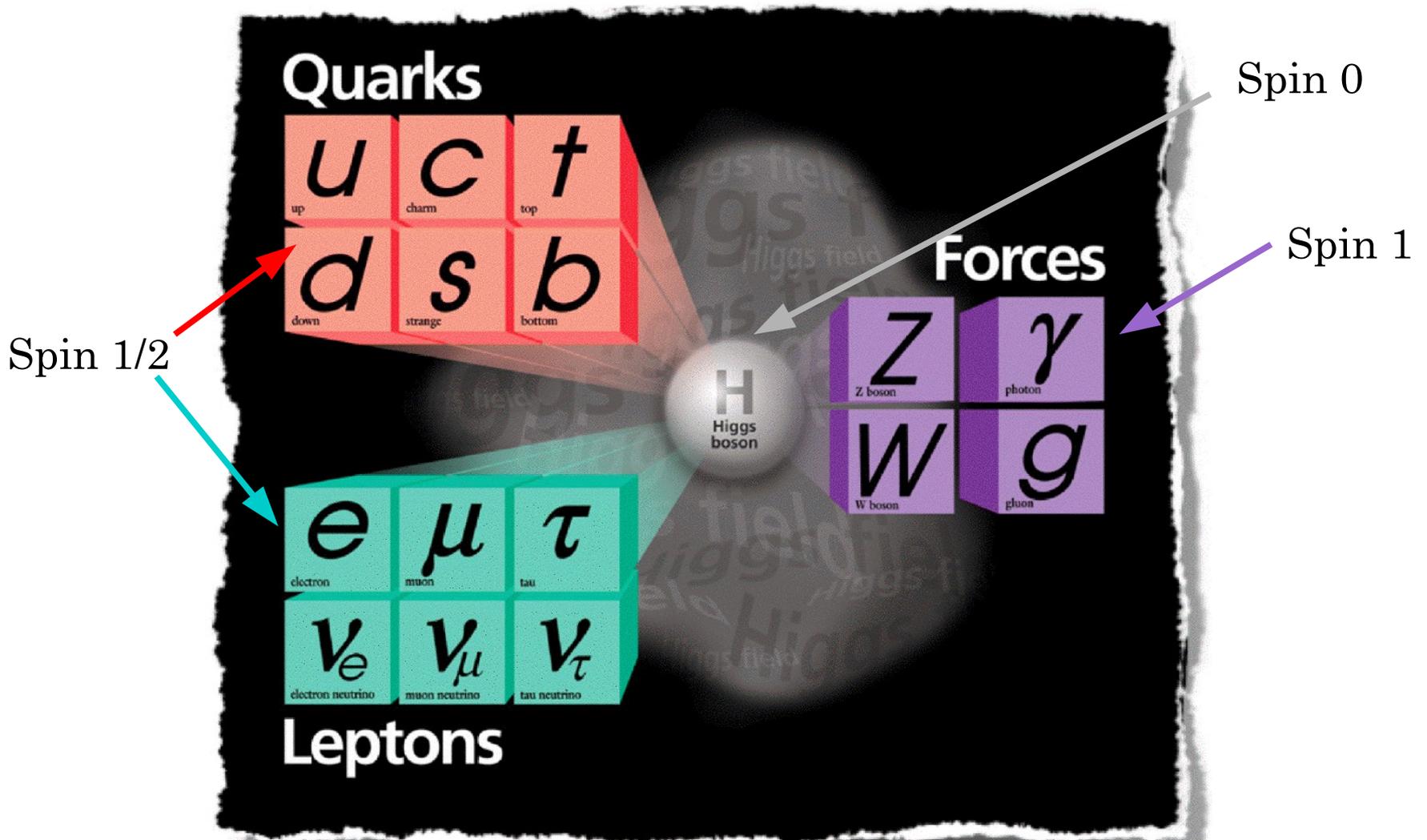
Patricia Conde Muíño
 (LIP e FCUL)
 pconde@lip.pt

De que são feitas as coisas?

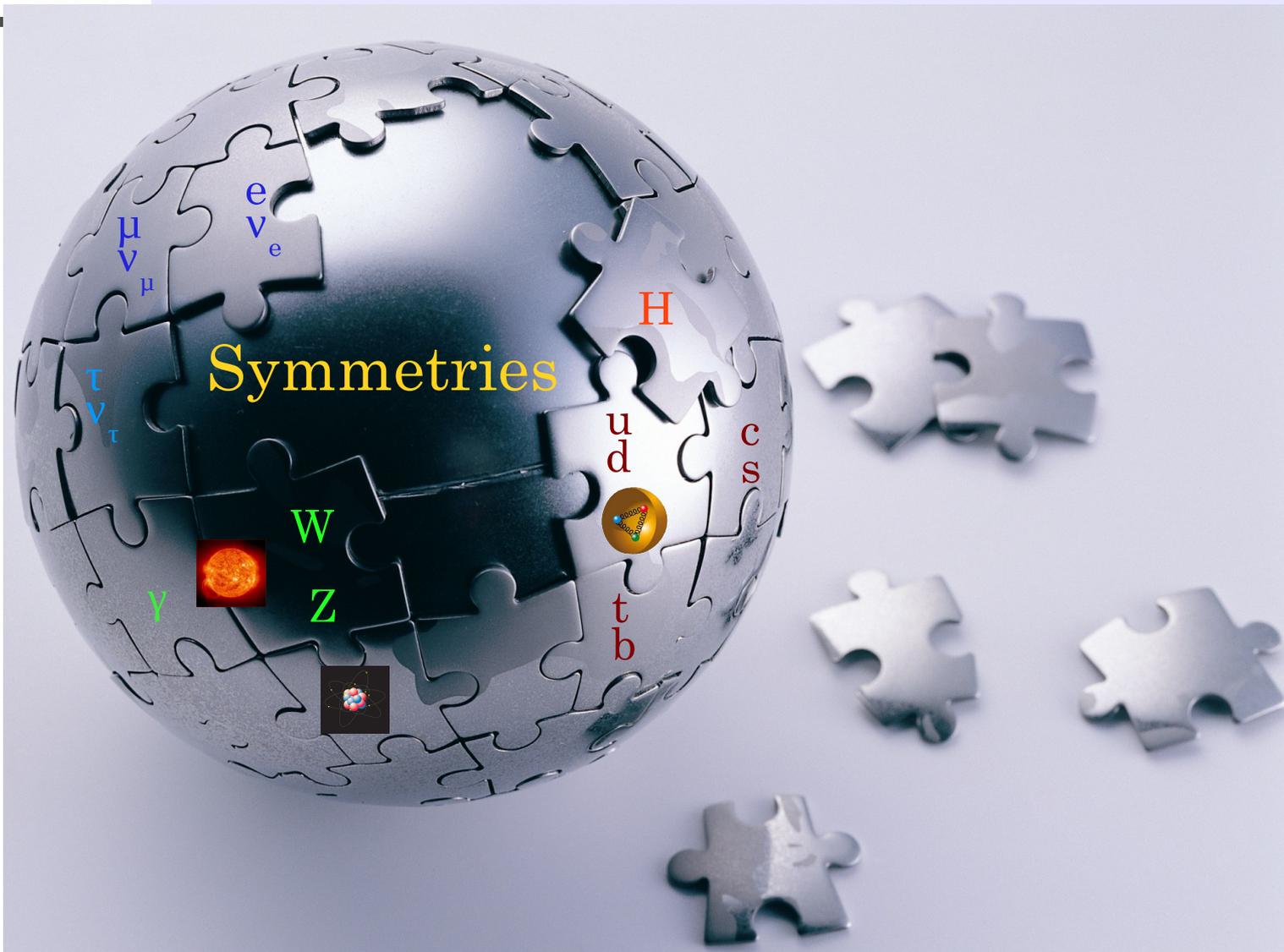


Bastam o electrão e os quarks u e d para a matéria normal.

O Modelo Padrão da Física das Partículas

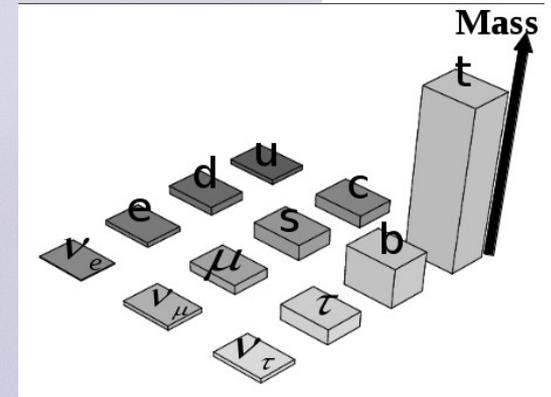
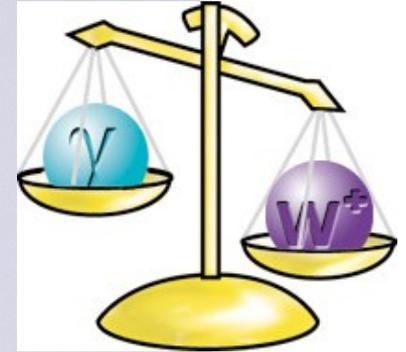
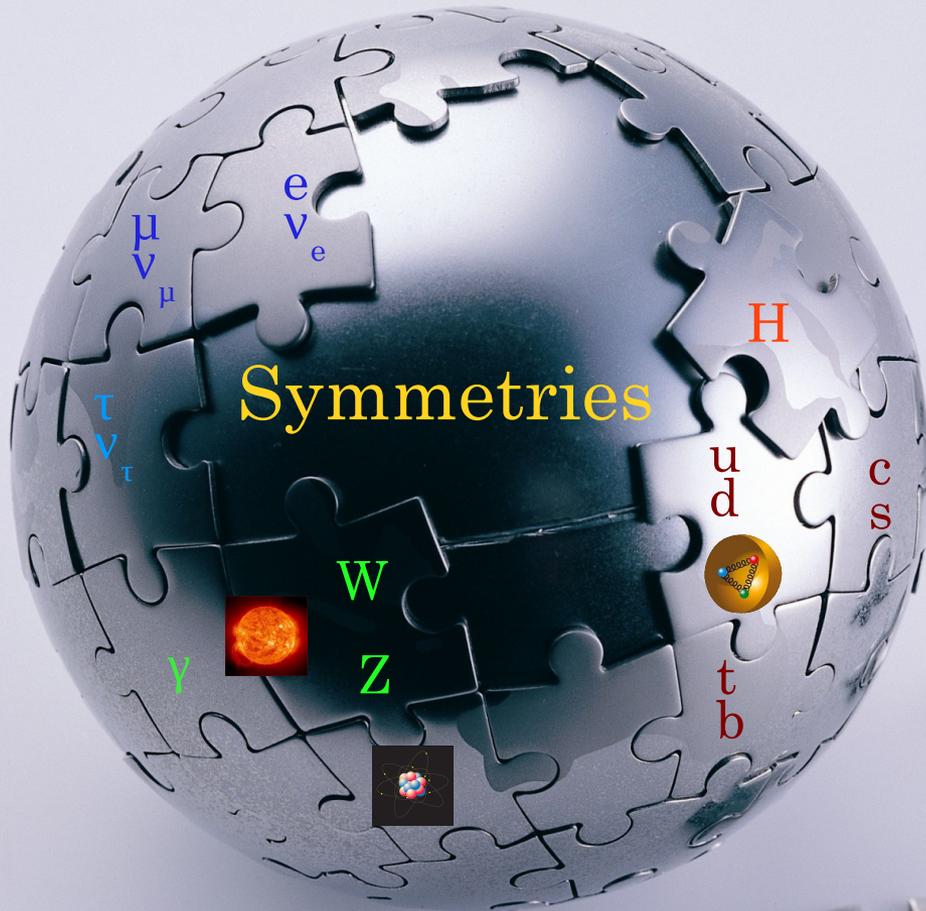


The Standard Model of Particle Physics





The Standard Model of Particle Physics



Não há medidas experimentais em claro desacordo com o Modelo Padrão!

Não há medidas experimentais em claro desacordo com o Modelo Padrão!

Mas... há uma série de questões que não consegue resolver...



Questões para resolver



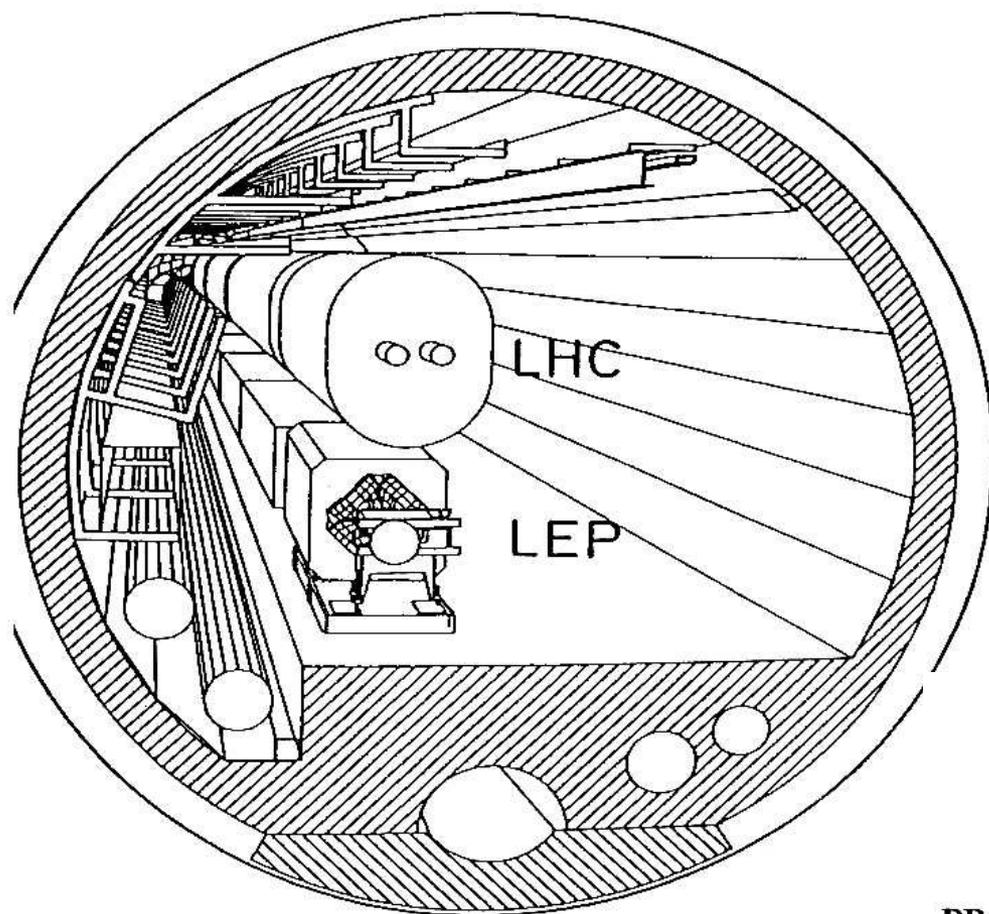
Algumas das questões que nos perguntamos:

- Como se formou o Universo?
- Por qué estamos feitos de matéria?
- Que é a matéria escura?
- Qual é o mecanismo que dá massa às partículas?
- ...

Para desvendar algumas de estas questões construiu-se o LHC e as suas experiências



A história começa há mais de 30 anos...



**LARGE HADRON COLLIDER
IN THE LEP TUNNEL**

Vol. I

PROCEEDINGS OF THE ECFA-CERN WORKSHOP

held at Lausanne and Geneva,
21-27 March 1984

what is the origin of mass?

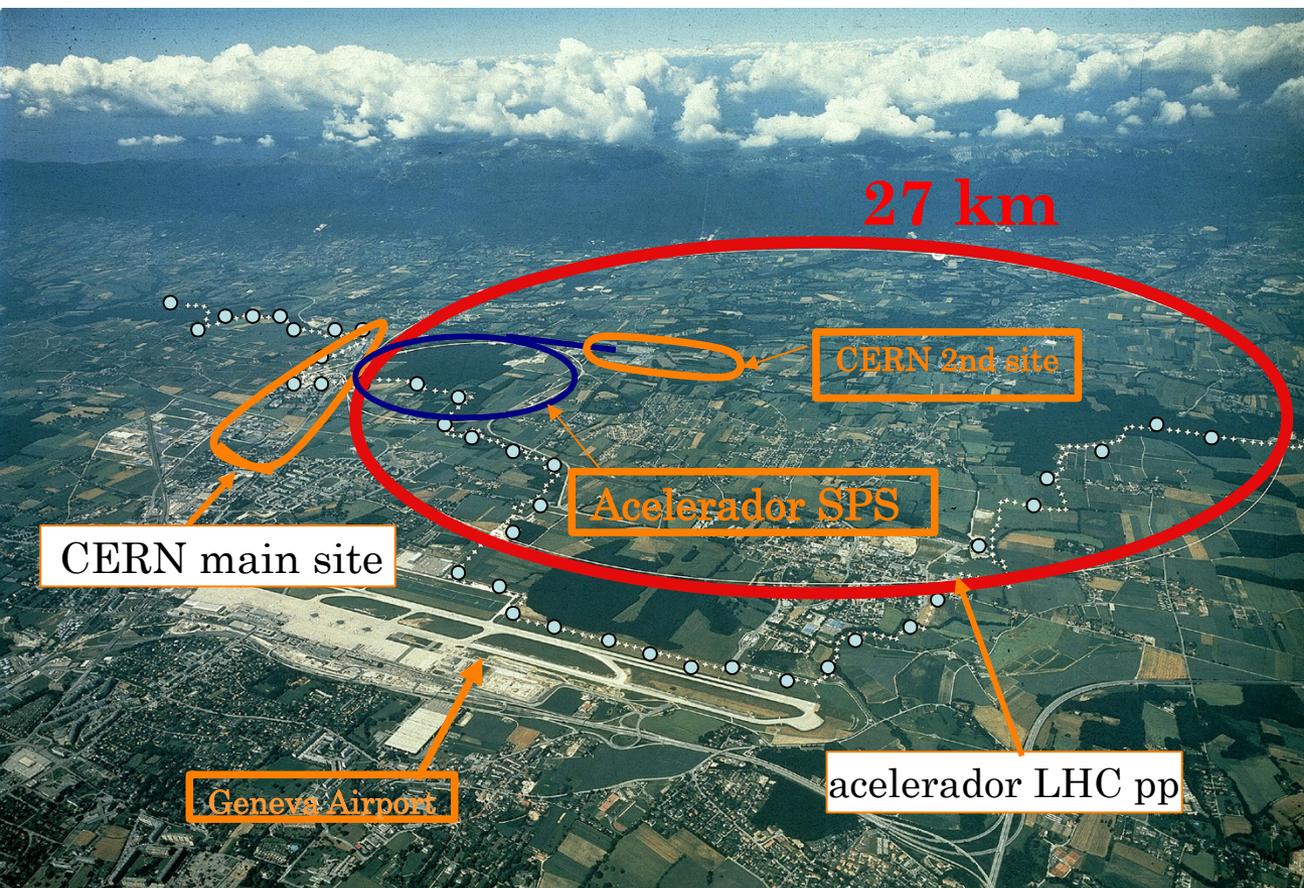
what kind of unification may exist beyond the standard model?

what is the origin of flavour?

is there a deeper reason for gauge symmetry?

We have simply too many a priori plausible hypotheses concerning the nature of symmetry breaking in the standard model. Experimentation in the TeV range at the constituent level is bound to provide most essential clues, and the present successes of the $p\bar{p}$ collider are a very strong encouragement to go to higher energies and to higher luminosities in hadron-hadron collisions.

O Large Hadron Collider (LHC)



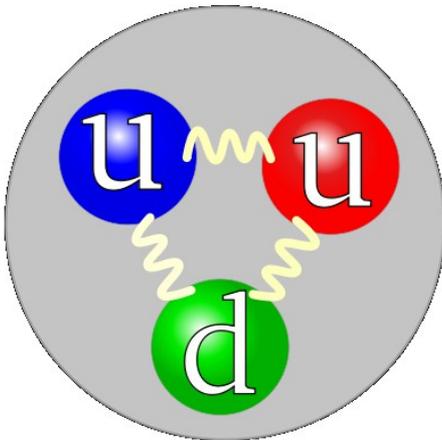
- Colisões pp e PbPb
 - 7 TeV em 2010/11
 - 8 TeV em 2012
 - 13 TeV em 2015
- 40 milhões de cruzamentos dos feixes por segundo!
- Até 40 interações pp num cruzamento!
- 4 experiências: ATLAS, CMS, ALICE, LHCb

Overall view of the LHC experiments.

4 experiências no LHC

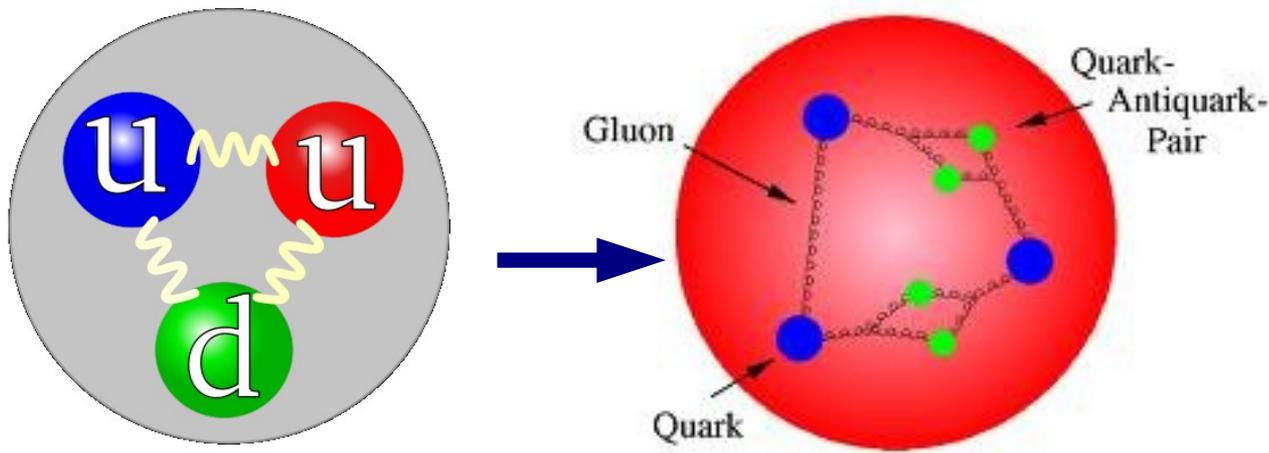


- Feitos de 3 quarks de valencia



- Partão = constituintes do protão (quarks, gluões)
- Interacção pp → pode ser considerada como uma interacção entre dois partões

- Feitos de 3 quarks de valencia

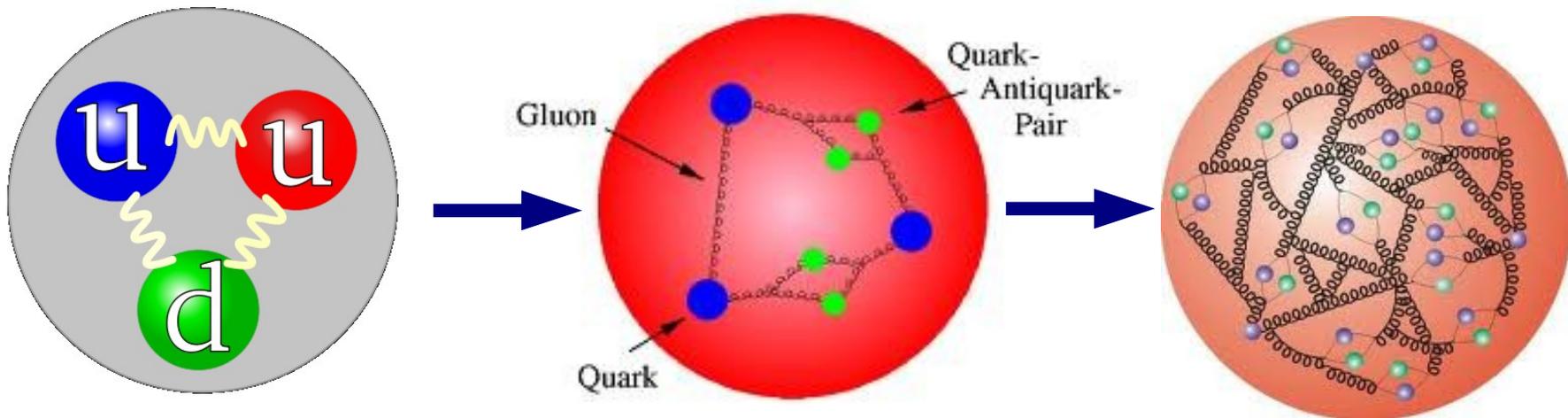


A maiores energías

- Partão = constituintes do protão (quarks, gluões)
- Interacção pp → pode ser considerada como uma interacção entre dois partões

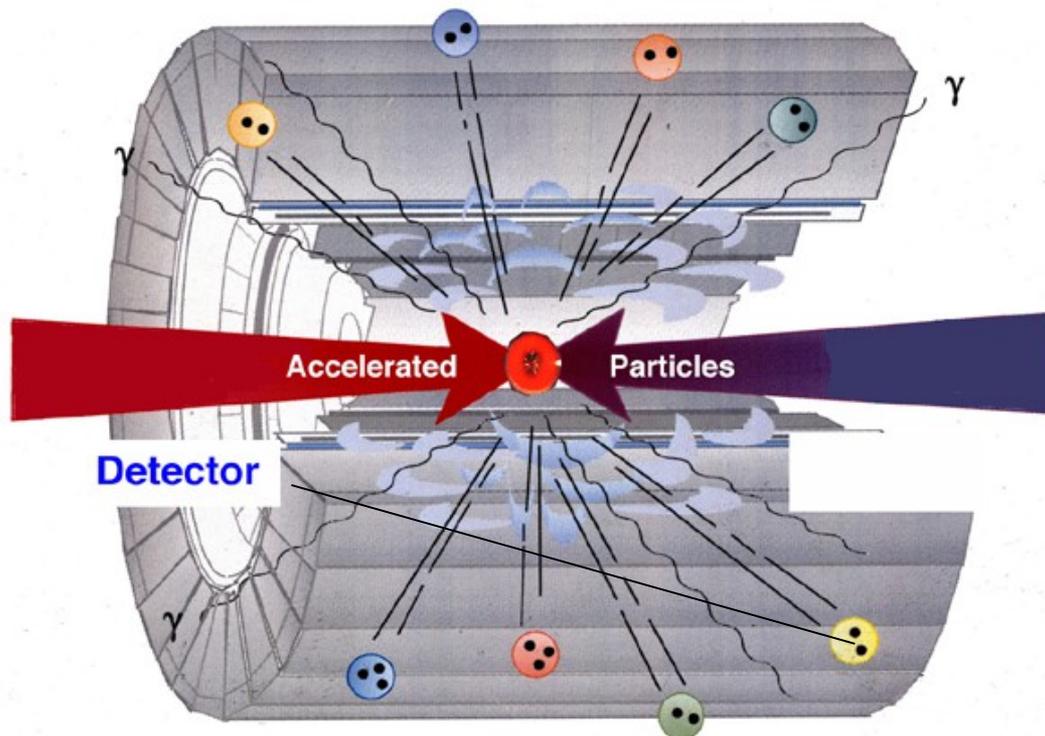
- Feitos de 3 quarks de valencia

À energia do LHC!
Quase todo gluões



A maiores energías

- Partão = constituintes do protão (quarks, gluões)
- Interacção pp → pode ser considerada como uma interacção entre dois partões



- A experiência ATLAS foi desenhada para estudar todos estes processos de física
... e ainda estar preparada para imprevisto!!

Mais de 20 anos de trabalho...



A colaboração ATLAS

- Formada por
 - >4000 membros
 - >3000 físicos
 - ~180 institutos
 - ~40 países



- Exemplo de uma verdadeira colaboração global!



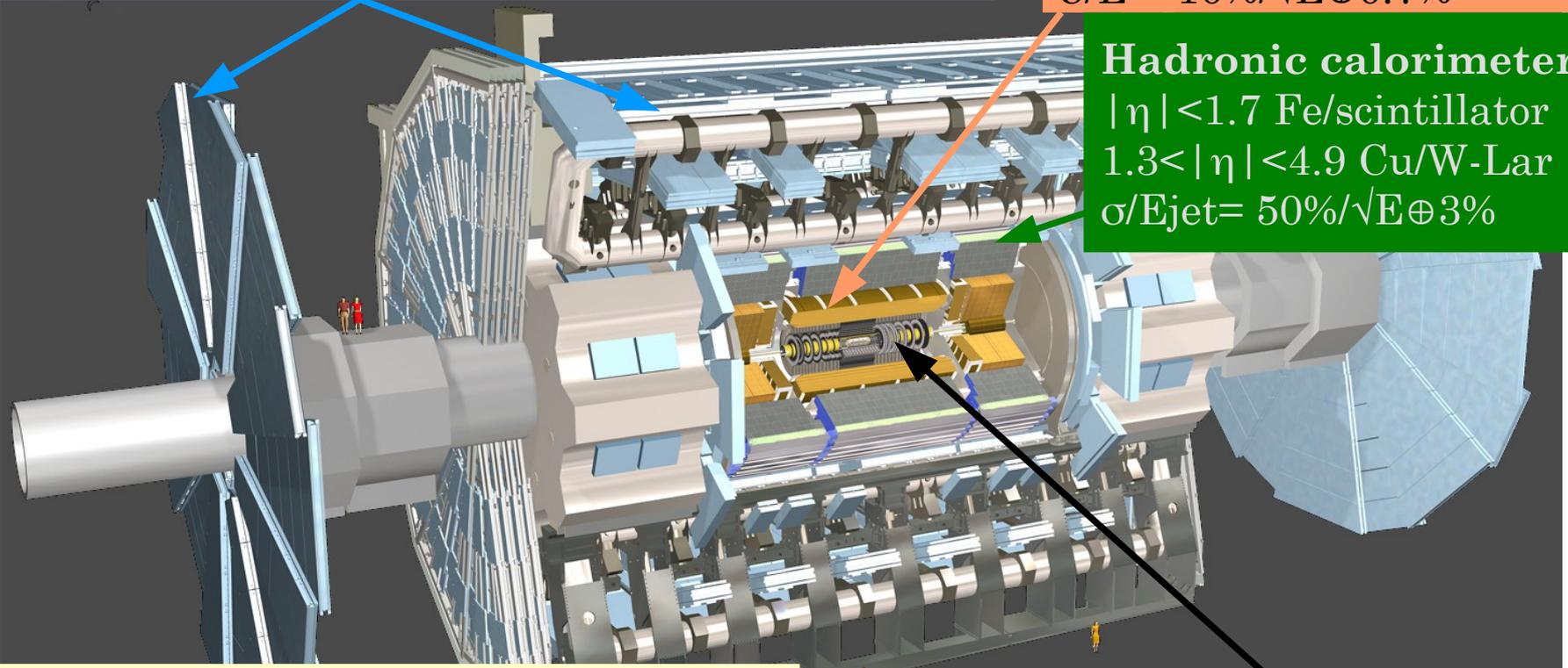


The ATLAS detector

Muon Spectrometer: $|\eta| < 2.7$
 Air-core toroids and gas-based muon chambers
 $\sigma/pT = 2\% @ 50\text{GeV}$ to $10\% @ 1\text{TeV}$ (ID+MS)

EM calorimeter: $|\eta| < 3.2$
 Pb-LAr Accordion
 $\sigma/E = 10\%/\sqrt{E} \oplus 0.7\%$

Hadronic calorimeter:
 $|\eta| < 1.7$ Fe/scintillator
 $1.3 < |\eta| < 4.9$ Cu/W-Lar
 $\sigma/E_{jet} = 50\%/\sqrt{E} \oplus 3\%$



➤ 44 m long, 25 m height
 ➤ $\approx 10^8$ electronic channels
 ➤ 3-level trigger reducing 40 MHz collision rate to 400 Hz of events to tape

Inner Tracker: $|\eta| < 2.5$, $B=2\text{T}$
 Si pixels/strips and Trans. Rad. Det.
 $\sigma/pT = 0.05\% pT (\text{GeV}) \oplus 1\%$



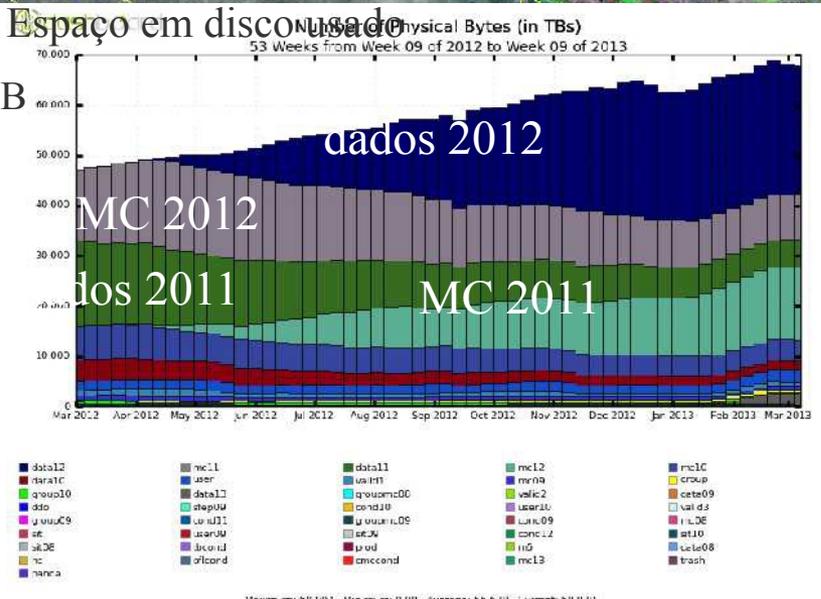
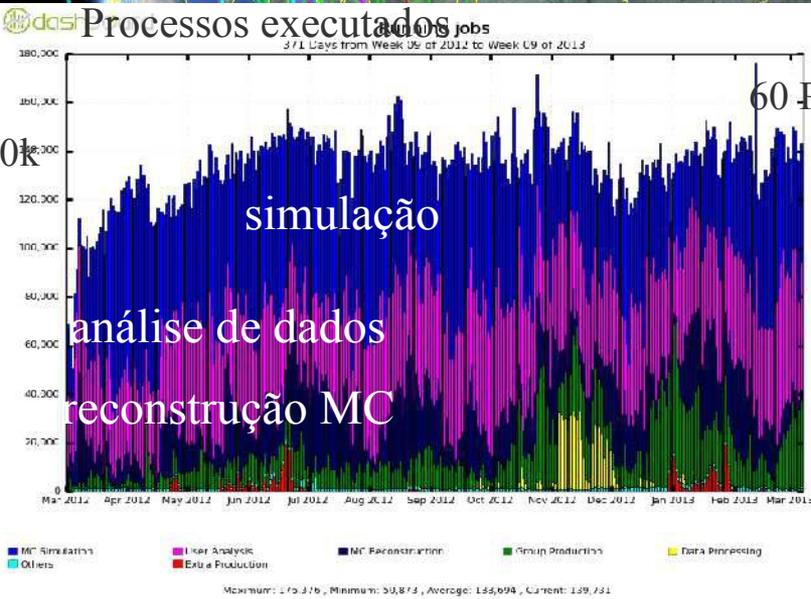
Computação distribuída

10/30/2012 6:10:31 pm

Running jobs: 243209
Transfer rate: 7.59 GiB/sec

Worldwide LHC Computing Grid WLCG

ATLAS usa 80 centros em todo o mundo
Incluindo Brasil e Portugal



A equipa ATLAS portuguesa



Equipa nacional
LIP (Lisbon, Coimbra, Minho)
FCUL, FCTUC, U. Minho, CFNUL
CEFITEC/UNL, INESC, CFMC
AdI engineers training program

12 Investigadores
9 Estudantes de doutoramento
13 Colaboradores

A equipa ATLAS portuguesa



Equipa nacional
LIP (Lisbon, Coimbra, Minho)
FCUL, FCTUC, U. Minho, CFNUL
CEFITEC/UNL, INESC, CFMC
AdI engineers training program

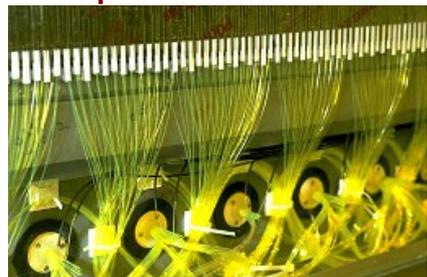
12 Investigadores
9 Estudantes de doutoramento
13 Colaboradores

Algumas contribuições portuguesas a ATLAS

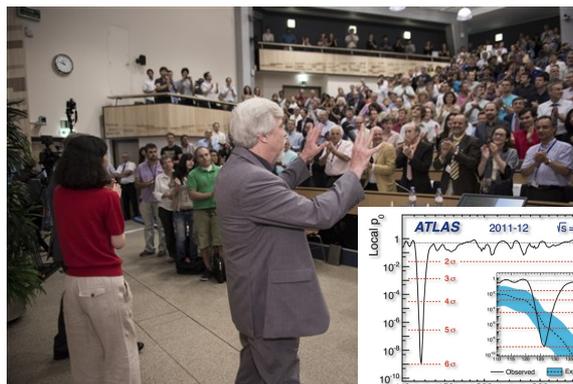
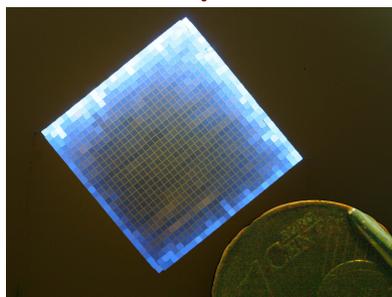
- Calorímetro hadrónico
- Aquisição de dados, selecção de eventos em tempo real

- Higgs (descoberta, propriedades)
- Propriedades do quark top
- Plasma de quarks e gluões

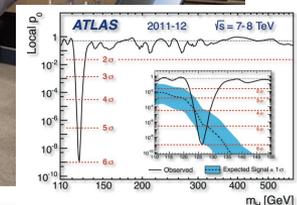
Optical fibers



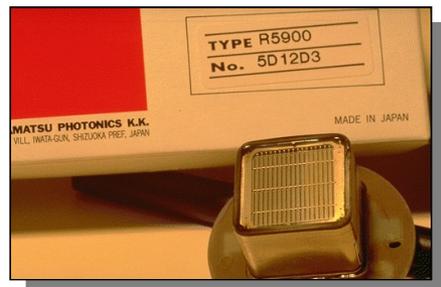
Luminosity detector



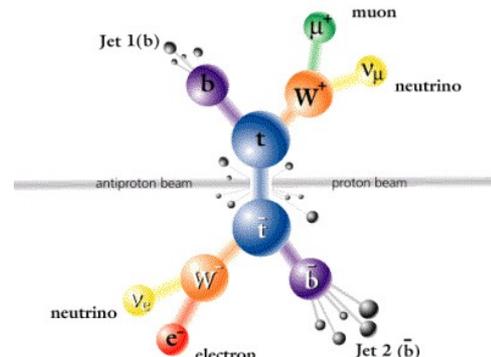
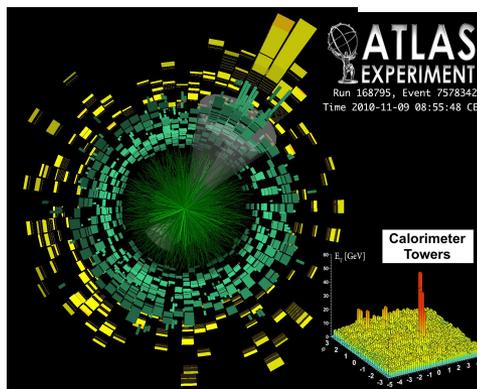
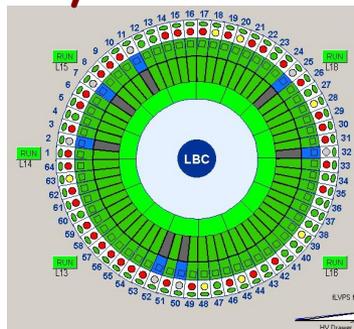
- E ainda upgrades para alta luminosidade!!



PMT quality control



Detector control system



Brasileiros no LHC

ATLAS



Instituições : UFRJ-COPPE, UFJF, USP, UFSJ (UFBA, CEFET-RJ, UFF)

CMS



Instituições : Unesp, UERJ, CBPF (Unicamp, UFABC)

ALICE

Instituições : Unicamp, USP



LHCb



Instituições : CBPF, UFRJ, PUC-Rio

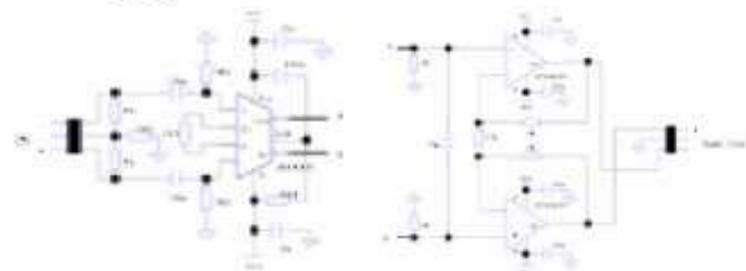
Participação Brasileira no ATLAS

Hardware no Trigger nível 1/ TileCal

- A colaboração ATLAS/Brasil (na época somente na UFRJ) fez todo o desenho de uma placa usada dentro do calorímetro do ATLAS.

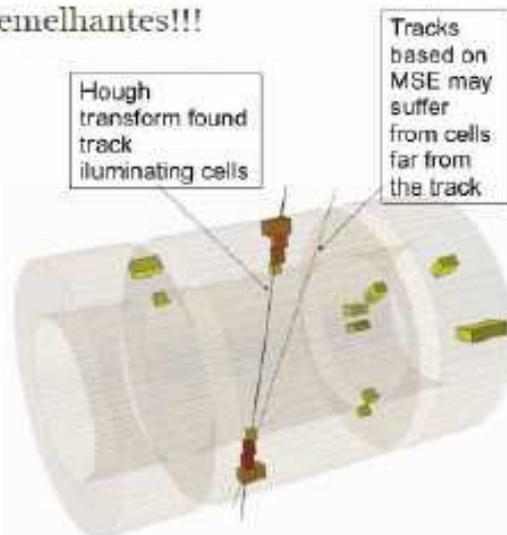
- A indústria brasileira foi usada pra construir as placas. Mais de 2000 placas de circuito foram entregues e integradas no resto da eletrônica do detector.

- Desenvolvimento, testes e integração feitos pelo, na época aluno de doutorado, Augusto Cerqueira (UFRJ) sob a orientação do professor J.M. Seixas, hoje coordenador do grupo de engenharia eletrônica da UFJF.

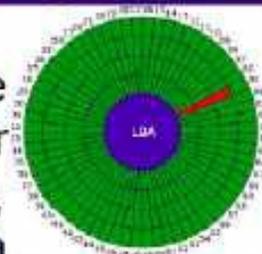


Estudos de desempenho do detector

- Como Luciano Manhaes (doutorando da UFRJ na época e professor na UFJF atualmente) fez, podemos também encontrar traços nos calorímetros usando técnicas semelhantes!!!

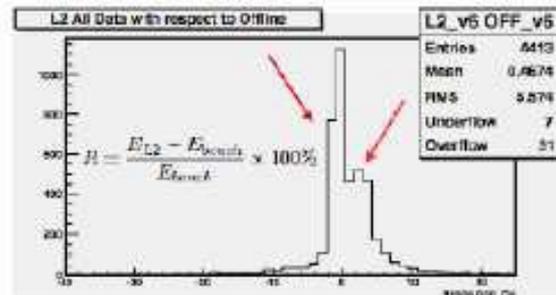


Sistemas de controle do detector
F. Ferreira,
A. Sivolella



Tile Power Supplies States: 2012-08-29 22:23:40 (GVA time)

Estudos e melhoramentos no trigger de alto nível software



Reaching out Brazil!

Material Didático em Português



Google Hanging Out com o CEFET-RJ, conversa com especialistas do CERN. Infraestrutura para visitas virtuais



<http://www.youtube.com/watch?v=10xixJmUi-w>



Blogs em Português explicando o funcionamento do detector

<http://www.quantumdiaries.org/author/denis-damazio/>

ATLAS LIVE

Public Outreach Technical Channel Machine Information Initiators Channel Brazil Channel

ATLAS Brazil Channel - Bemvindos!

Esta é a página de informação pública ao vivo sobre o experimento ATLAS.

Material educacional e últimas novidades sobre o experimento ATLAS no Grande Colisor de Hádrons (LHC) estão disponíveis em Português para todos. Interessados nos experimentos do CERN (Laboratório Europeu de Física de Partículas).

For more information on ATLAS, please visit our public web pages at <http://atlas.cern>.

Finalmente, um múon atravessa o detector ATLAS sem sensibilizar nenhum componente.

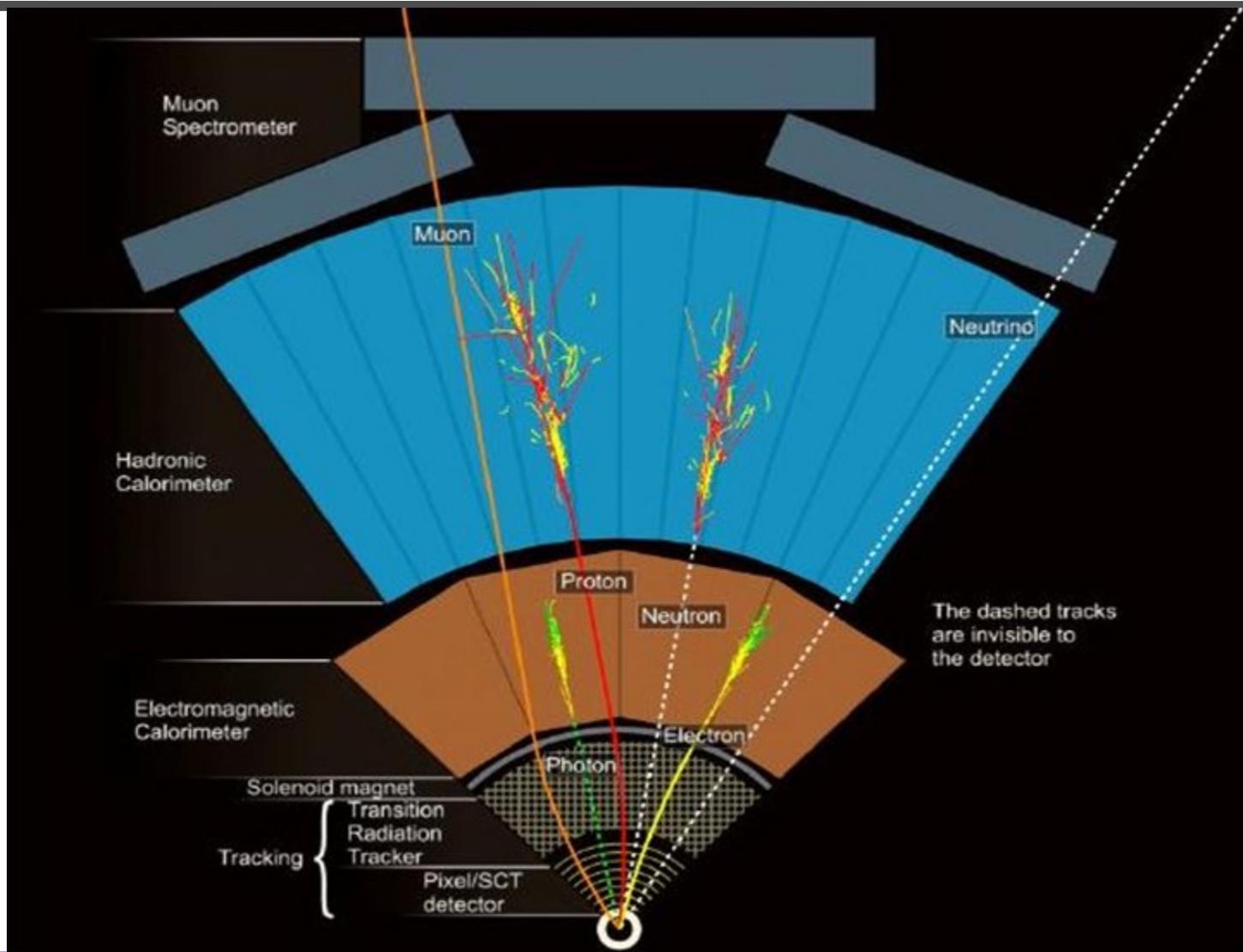
Link para o canal ATLAS/Brasil : <http://atlas-live-public.web.cern.ch/atlas-live-public/channels/ATLAS-BrazilChannel.html> (24 horas de informação por dia!)

www.quantumdiaries.org/2012/08/15/muon/

Finalmente, vemos ver um fóton de 12 segundos no quadro estático é observado. É um evento extra de um dos ídons que discutimos anteriormente mostrando uma partícula produzindo a cascata no calorímetro de Argão e Líquido do ATLAS, mas agora tocando no gatilho do canal elétron. Primeiro, para de ver uma partícula viajando a alta velocidade do detector e se aproximando à partícula. Seguimos uma trajetória enquanto o calorímetro de Argão e Líquido do ATLAS produz uma cascata de fótons e elétrons. Depois, vemos uma partícula viajando a alta velocidade do detector e se aproximando à partícula. Seguimos uma trajetória enquanto o calorímetro de Argão e Líquido do ATLAS produz uma cascata de fótons e elétrons. Depois, vemos uma partícula viajando a alta velocidade do detector e se aproximando à partícula. Seguimos uma trajetória enquanto o calorímetro de Argão e Líquido do ATLAS produz uma cascata de fótons e elétrons.

Charge Deposition in the ATLAS L1 - L1PulseMovie

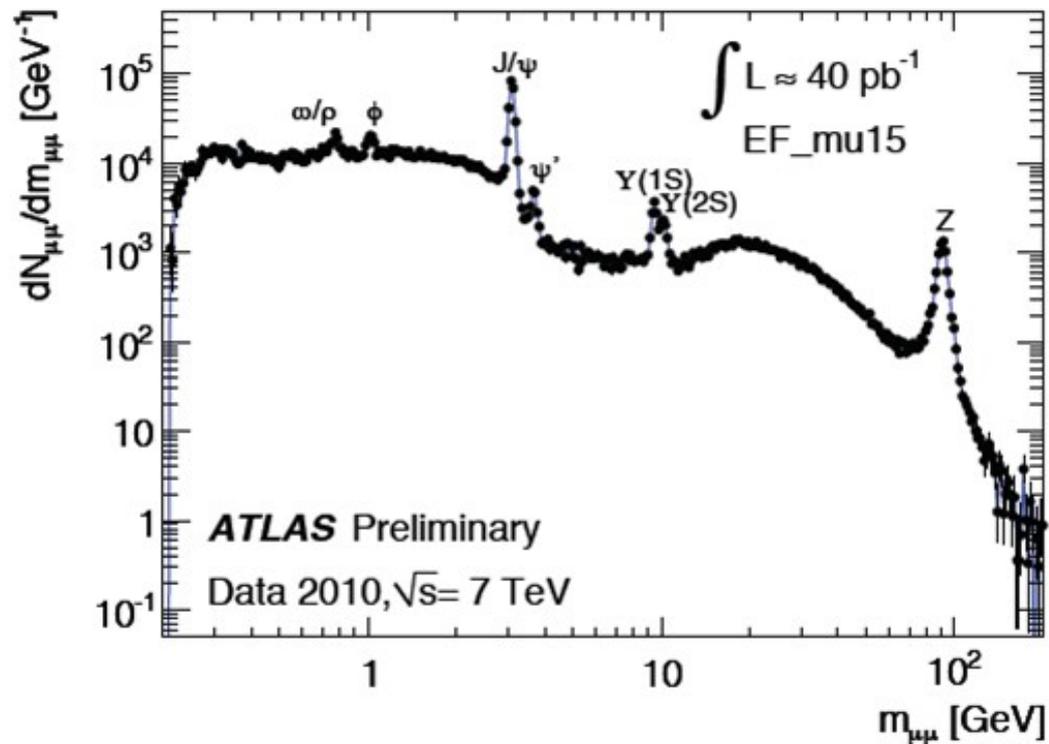
Identificação das partículas no detector



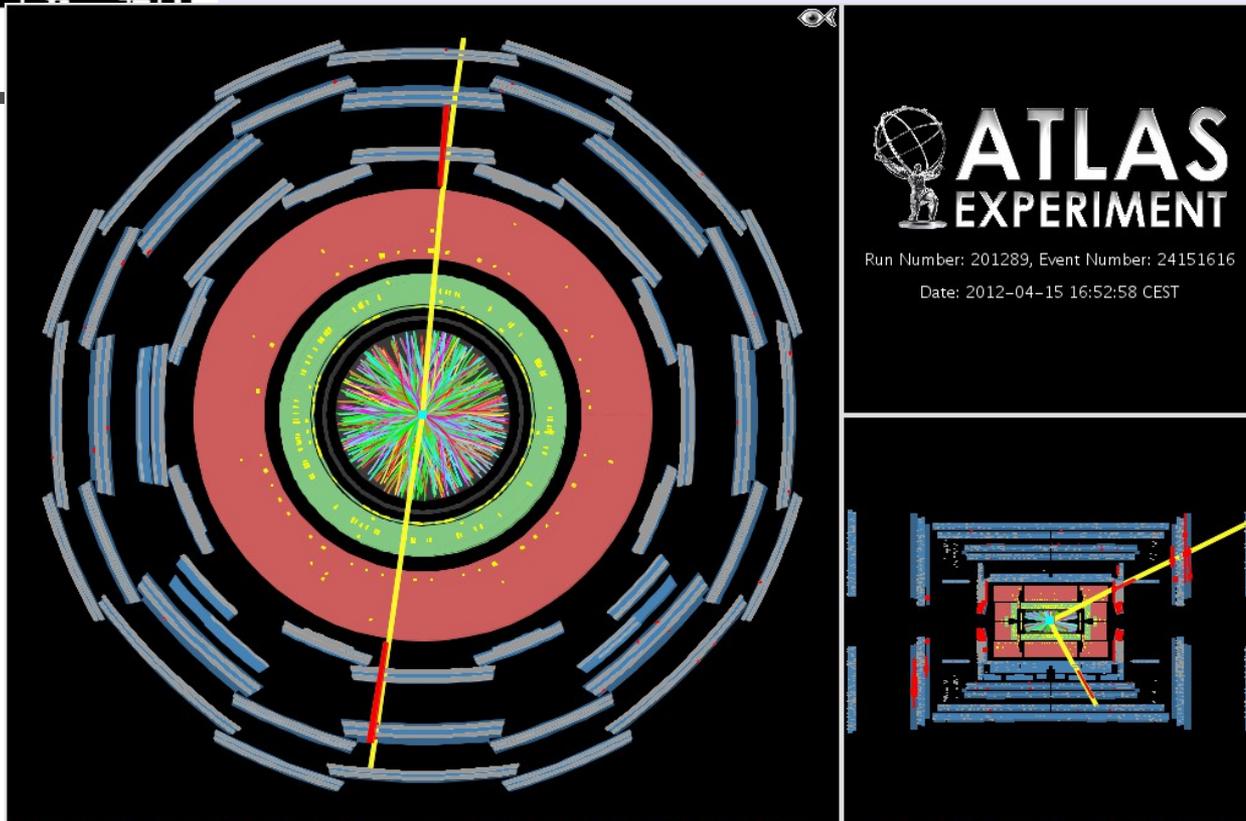
- A traves das propriedades das partículas produzidas na desintegração podemos inferir as propriedades do Higgs:

$$E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$$

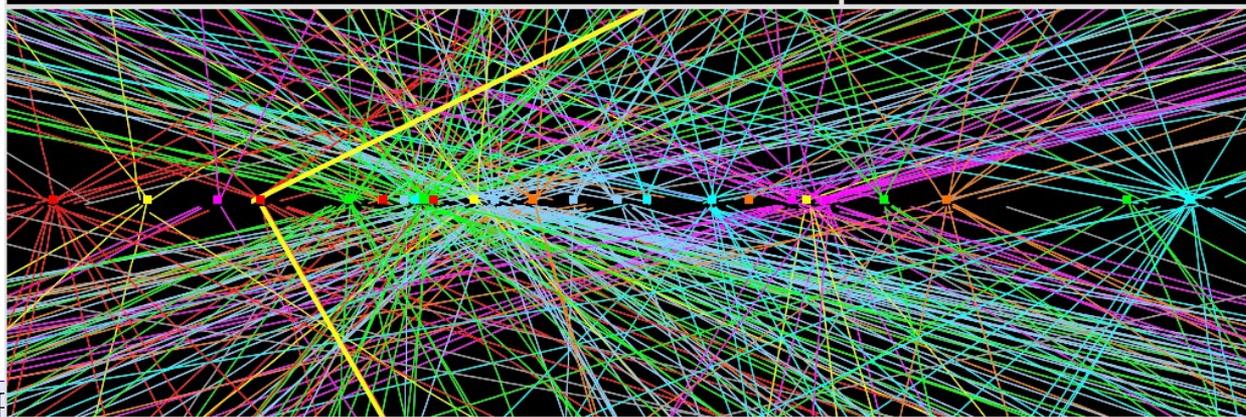
- 20 anos de física das partículas num só histograma



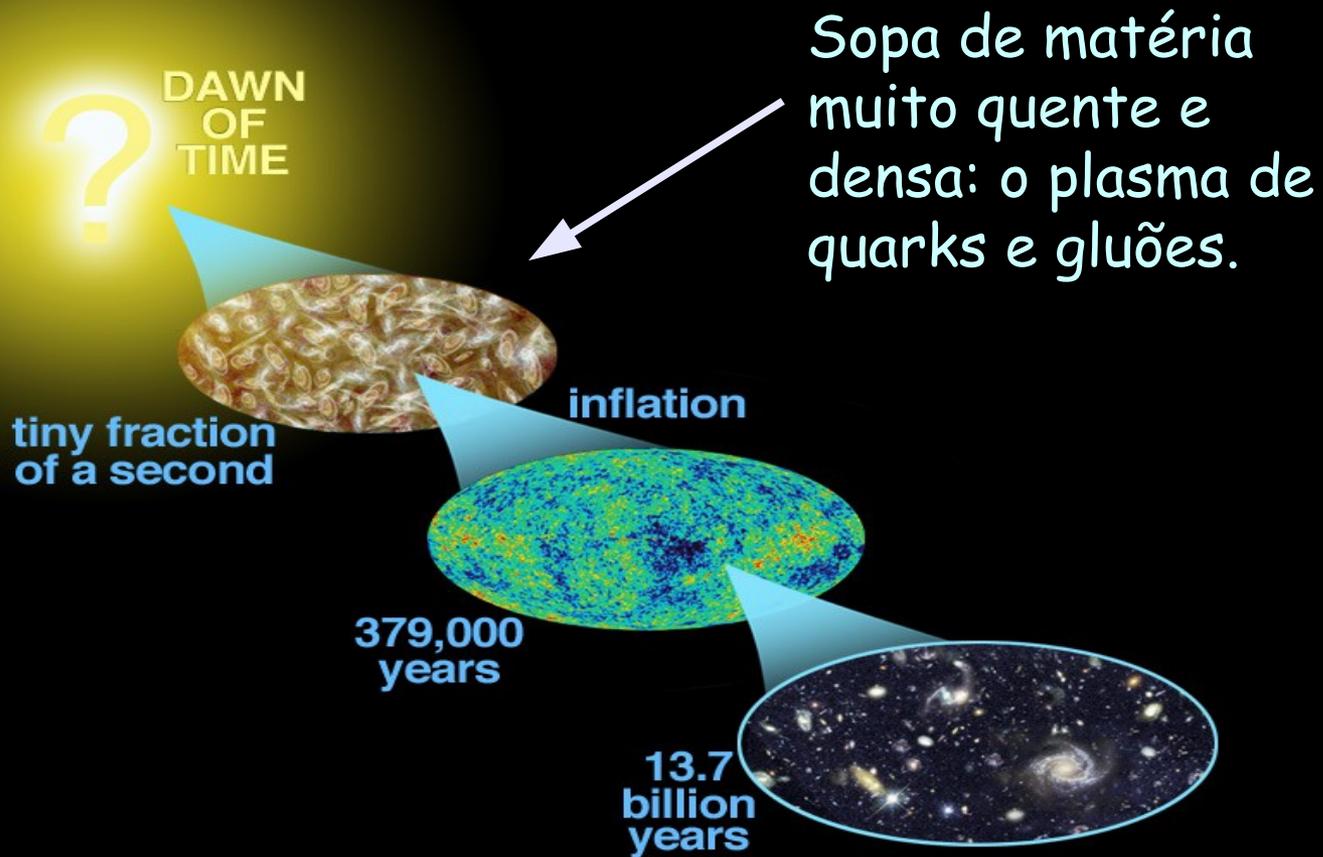
Pile-up



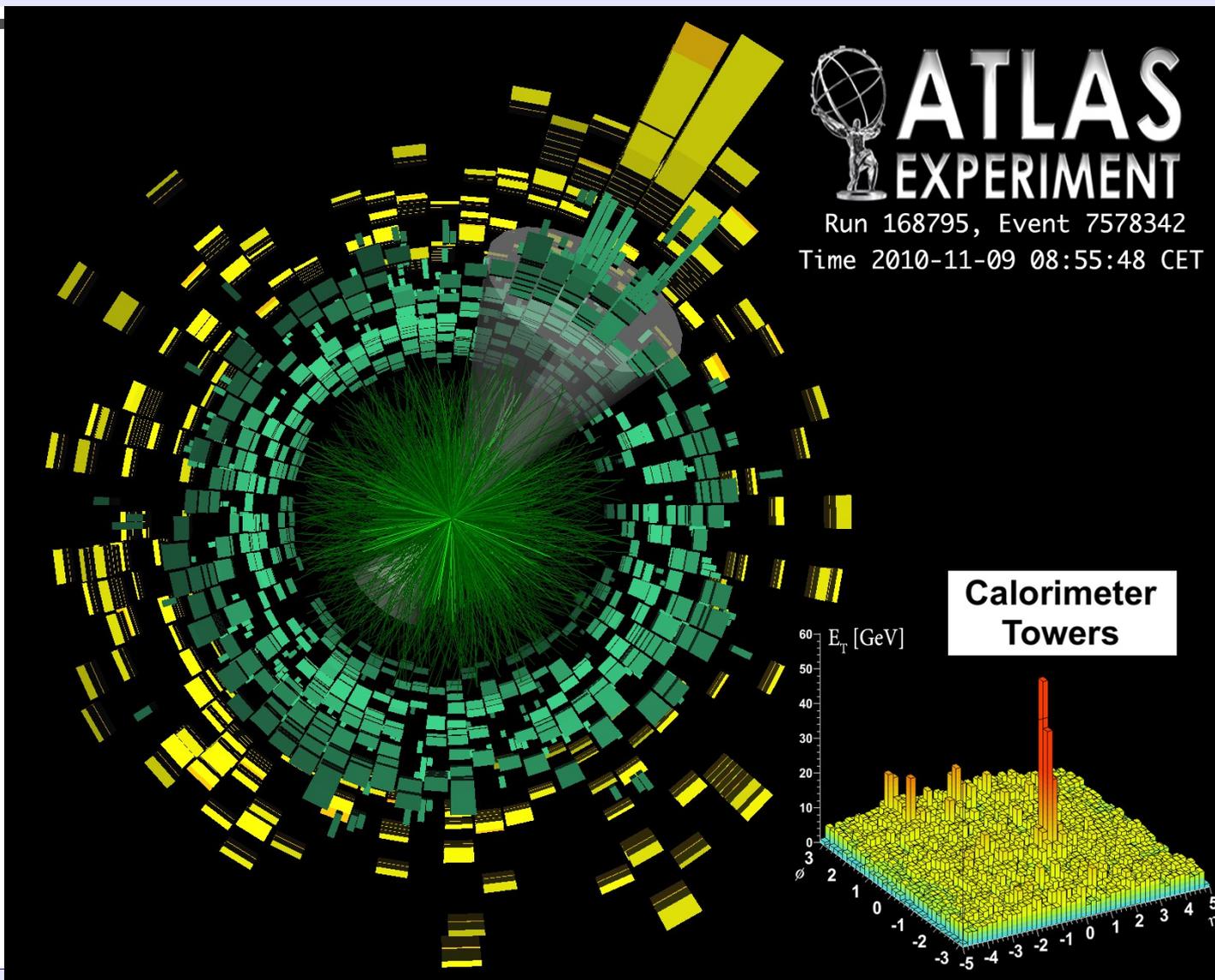
- $Z \rightarrow \mu\mu$ event with 25 additional interactions
- Typical average event in the second half of 2012



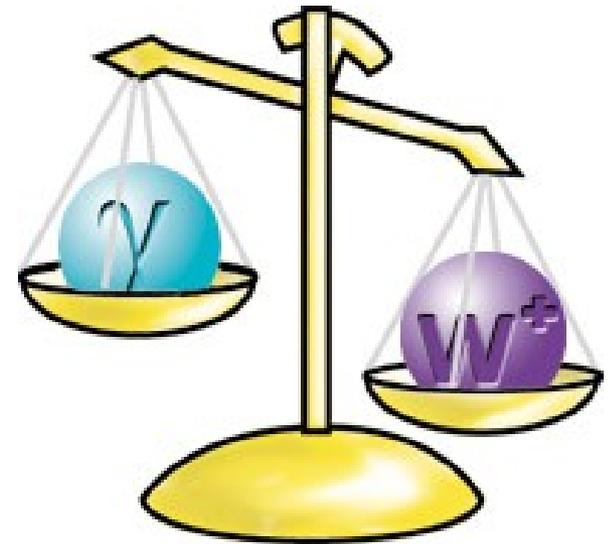
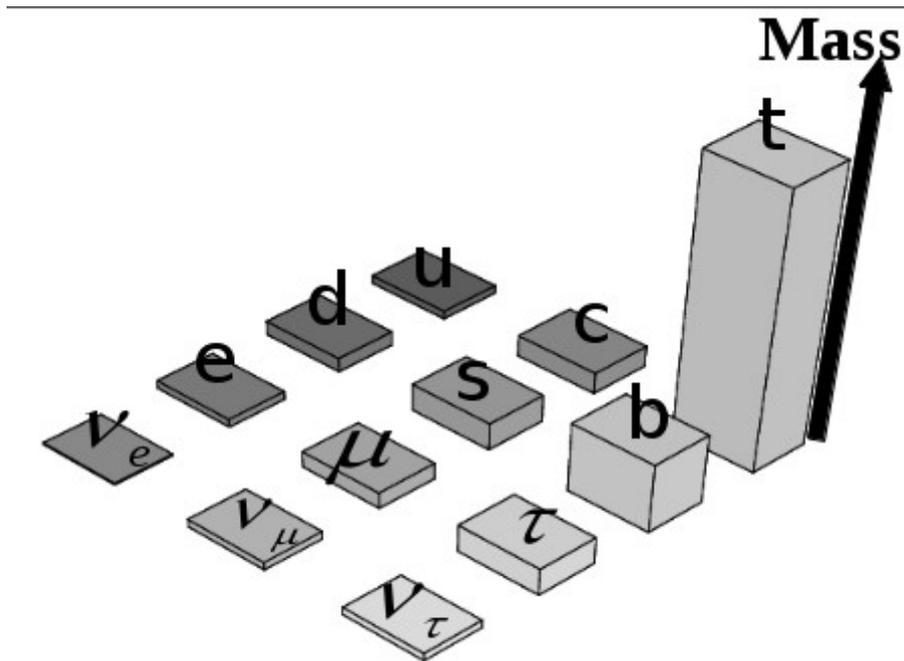
A origem do Universo: o Big Bang



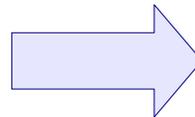
Produzindo “Little Bangs”



- Porque uma diferença tão grande nas massas das partículas fundamentais?



- Prevê um campo que ocupa o universo
- Através da interação com esse campo as partículas elementares adquirem massa



- Prevê a existência de uma nova partícula, o bóson de Higgs
Prevê as suas propriedades todas mas não a sua massa!

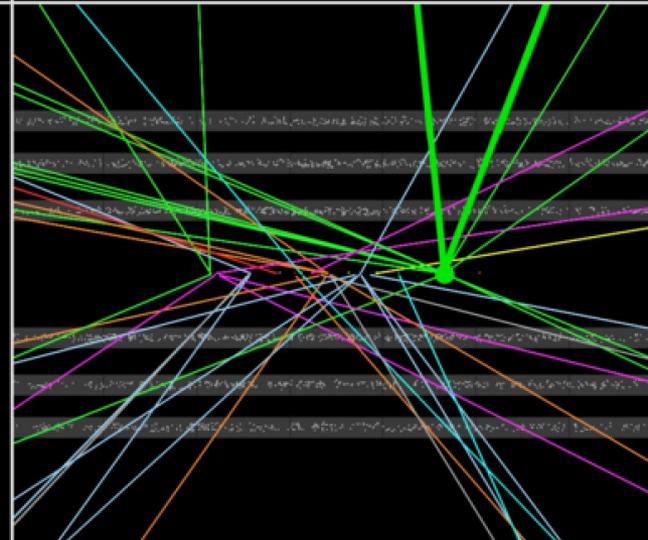
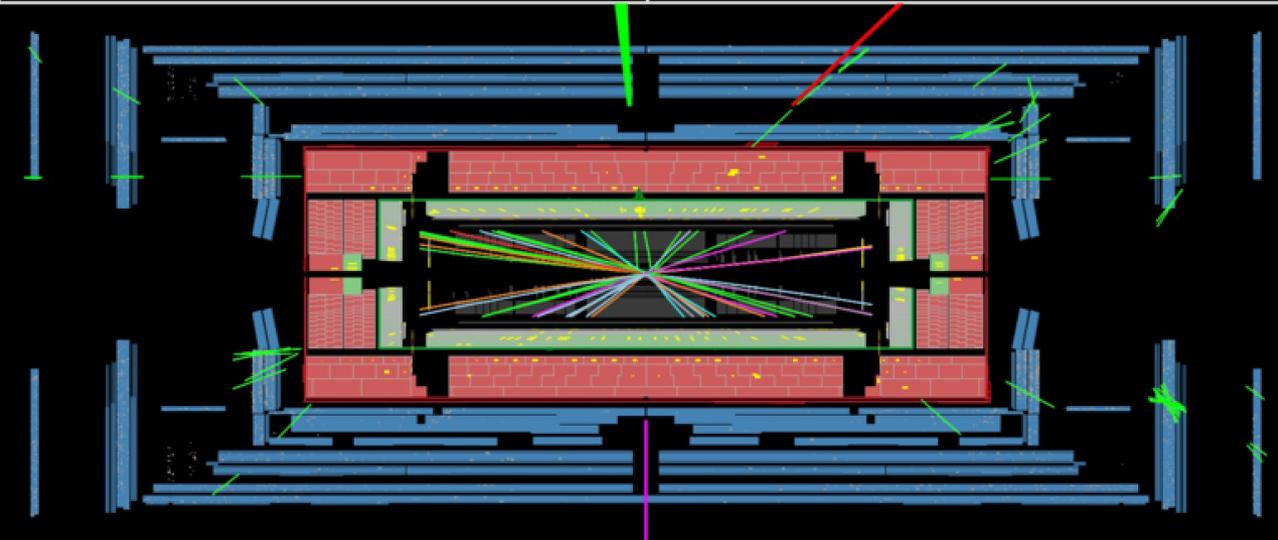
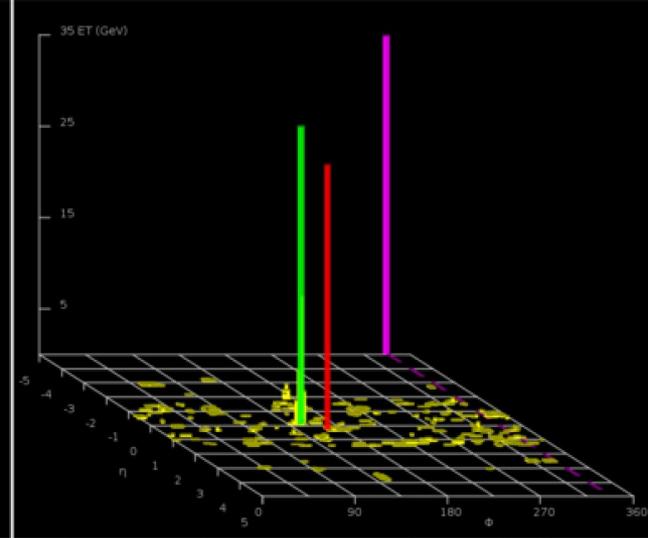
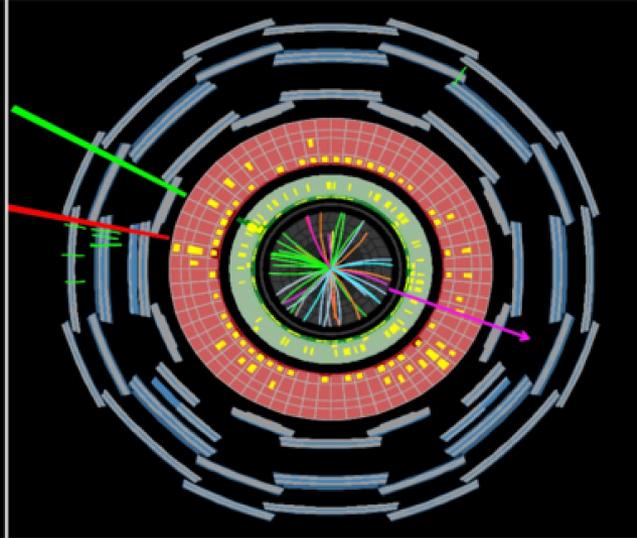


$H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$

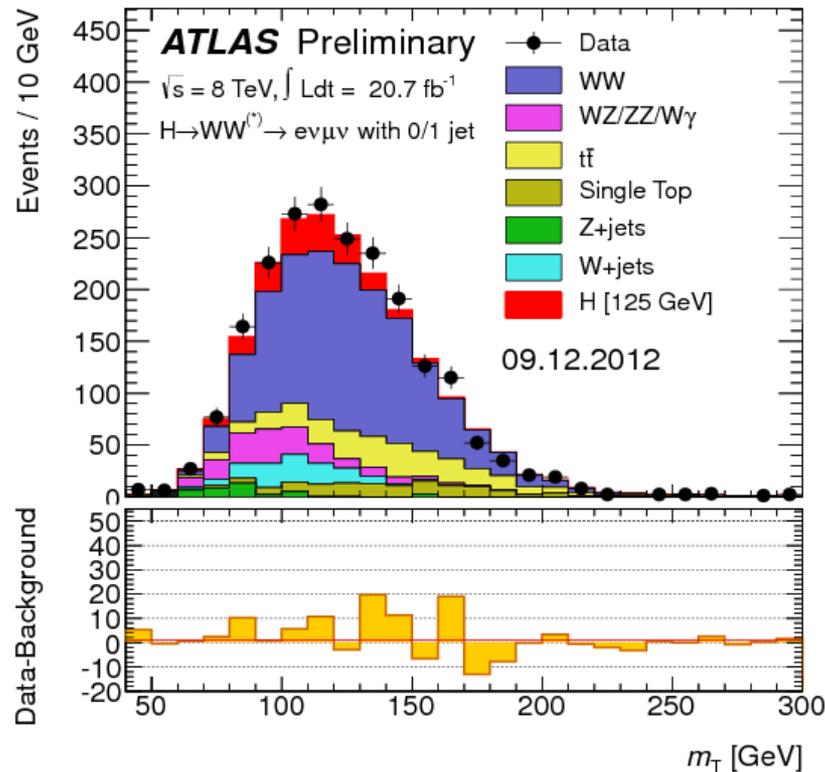
ATLAS
EXPERIMENT

Run Number: 204026, Event Number: 33133446

Date: 2012-05-28 07:23:47 CEST

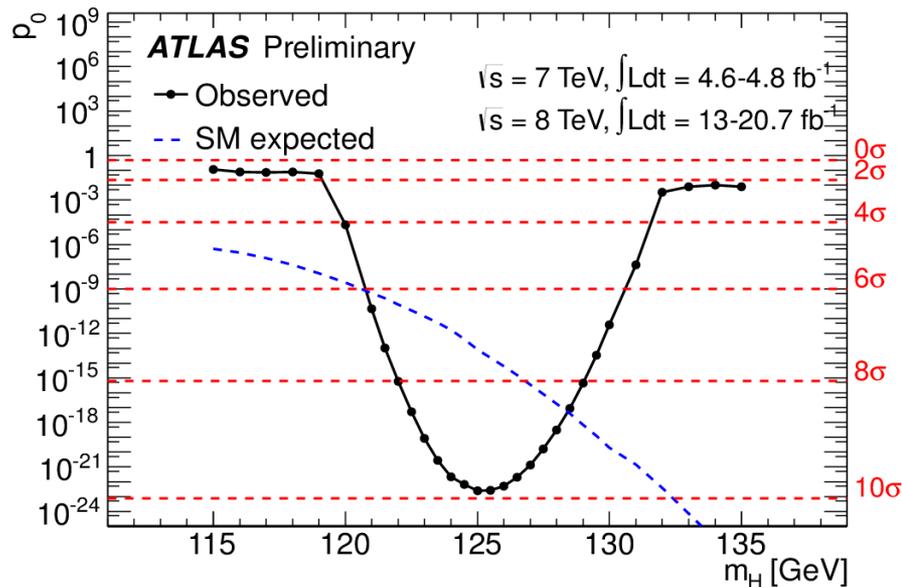


$H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$



<https://twiki.cern.ch/twiki/pub/AtlasPublic/HiggsPublicResults//WW-FixedScale.gif>

Combinação dos resultados de ATLAS



- Probabilidade de que todos os excessos de eventos observados sejam uma flutuação do fundo

10^{-21} : 0.000 000 000 000 000 000 001

E isto só com os dados de ATLAS!

4 de Julho de 2012

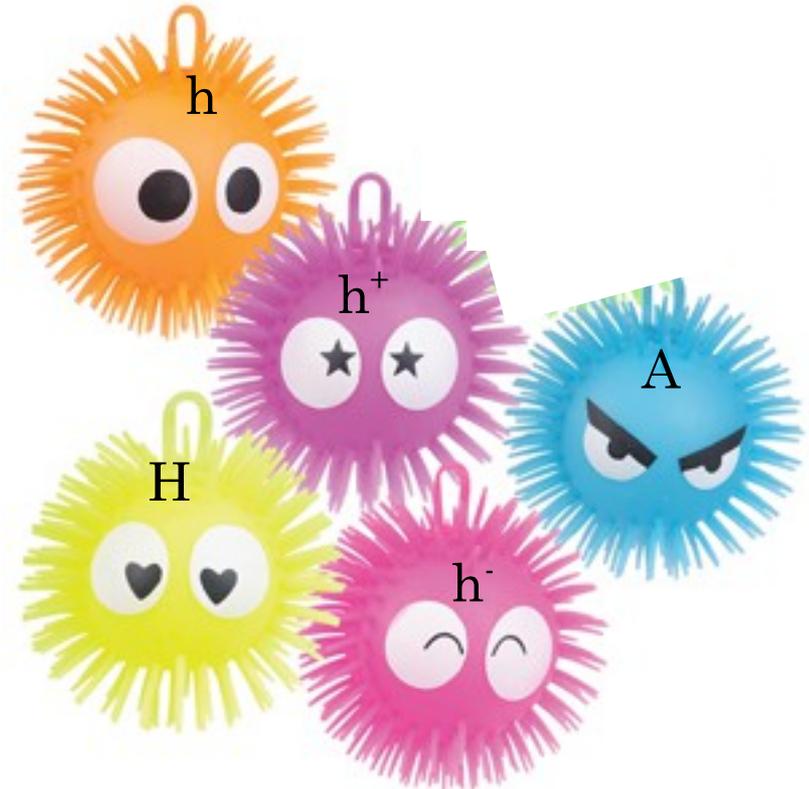


Encontramos uma partícula nova!
Mas... será o bóson de Higgs??



Que outra coisa pode ser?

- Ter um bóson de Higgs é a opção mais simples no Modelo Padrão
- Poderia haver 5 Higgses!
 - A partícula descoberta agora poderia ser o Higgs mais ligeiro
- Super-Symmetry (SUSY)
 - Também há 5 bósons de Higgs
- Technicolor
 - O bóson de Higgs seria um estado ligado de techniquarks
- ...



Previsões menos precisas que no caso do Higgs do MP

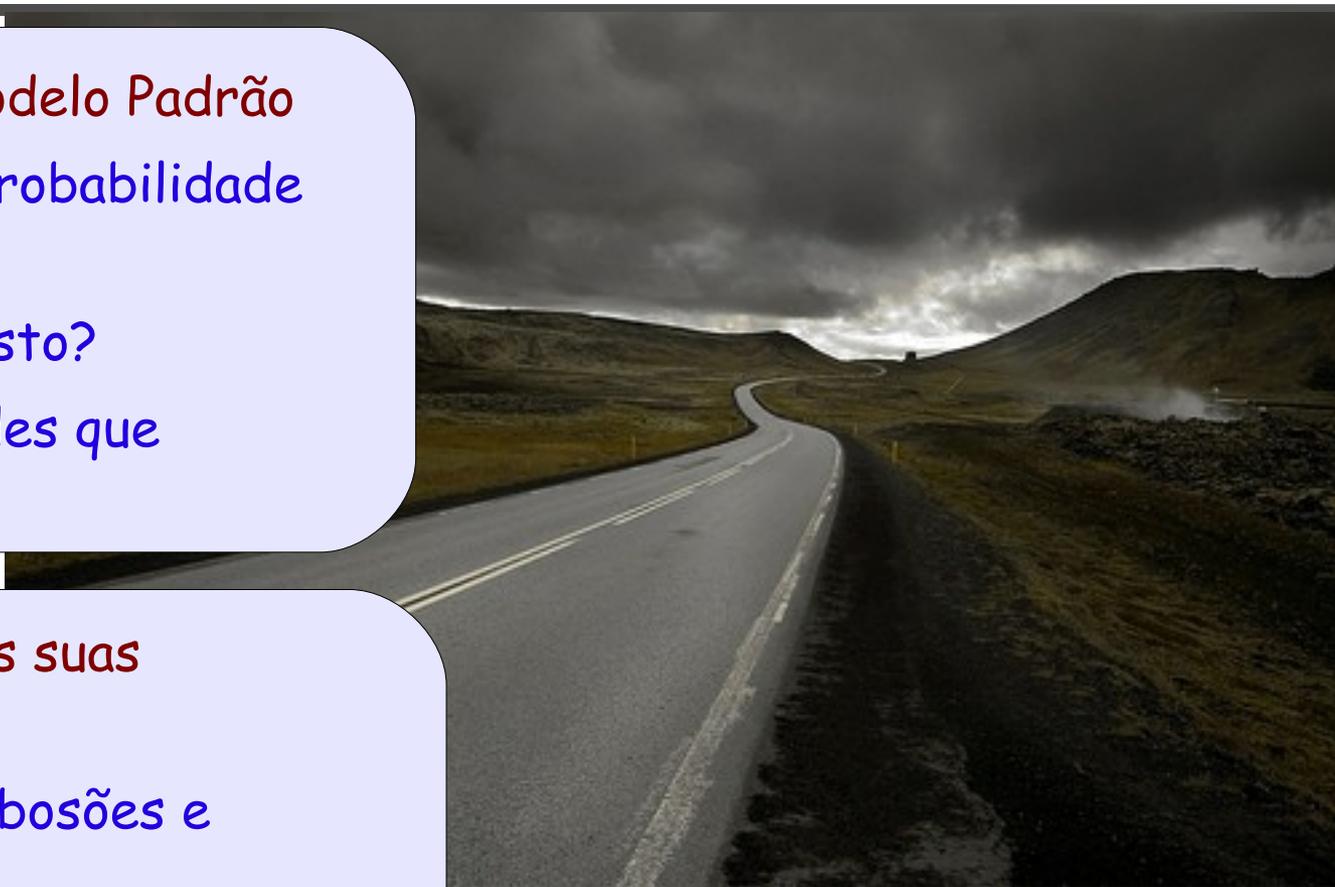
Longo caminho por percorrer

É este o Higgs do Modelo Padrão

- Se produz com a probabilidade que esperamos?
- Decai como é suposto?
- Tem as propriedades que esperamos?

Temos de medir as suas propriedades!

- Acoplamentos a bosões e fermiões
- Massa
- Spin, paridade, ...



É este o Higgs do Modelo Padrão

- Se produz com a probabilidade que esperamos?
- Decai como é suposto?
- Tem as propriedades que esperamos?

Temos de medir as suas propriedades!

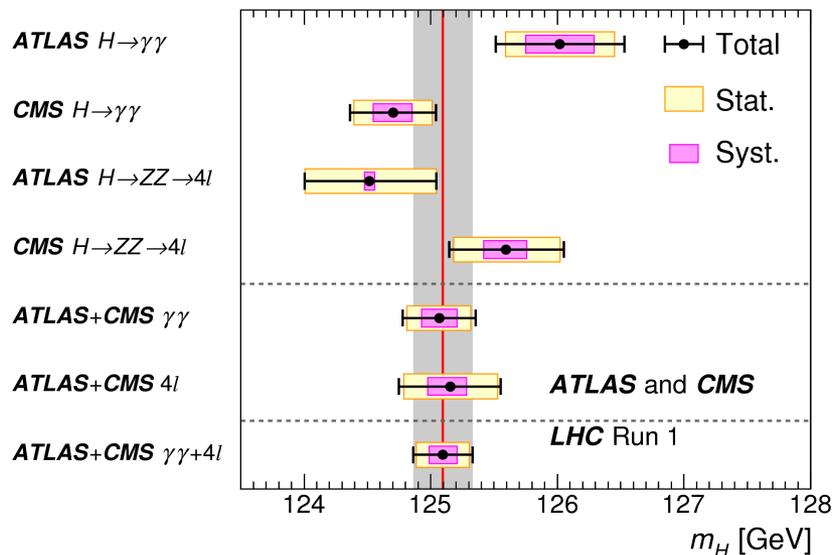
- Acoplamentos a bosões e fermiões
- Massa
- Spin, paridade, ...



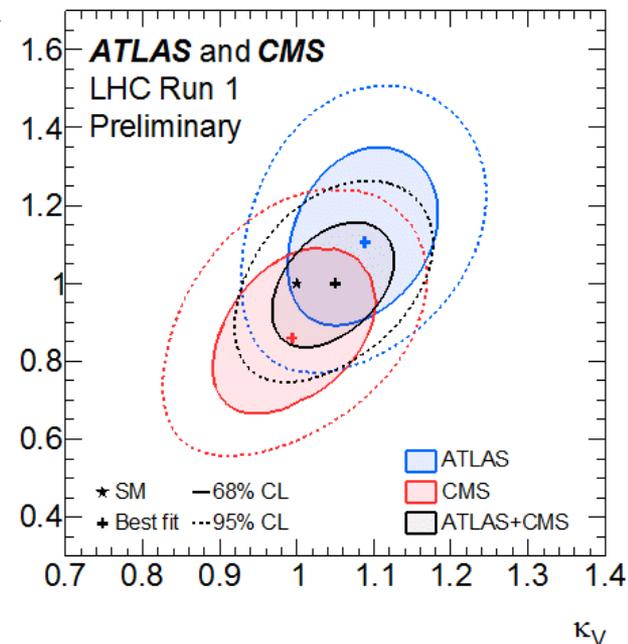
O Higgs pode proporcionar as primeiras pistas da Física para além do Modelo Padrão

Primeiras medidas das propriedades do Higgs

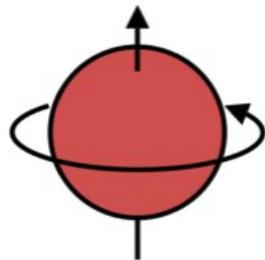
Massa



Acoplamento a fermiões e bosões k_F



- Spin e paridade compatível também com o Higgs do Modelo Padrão





2013 NOBEL PRIZE IN PHYSICS

François Englert
Peter W. Higgs



© The Nobel Foundation. Photo: Lovisa Engblom.

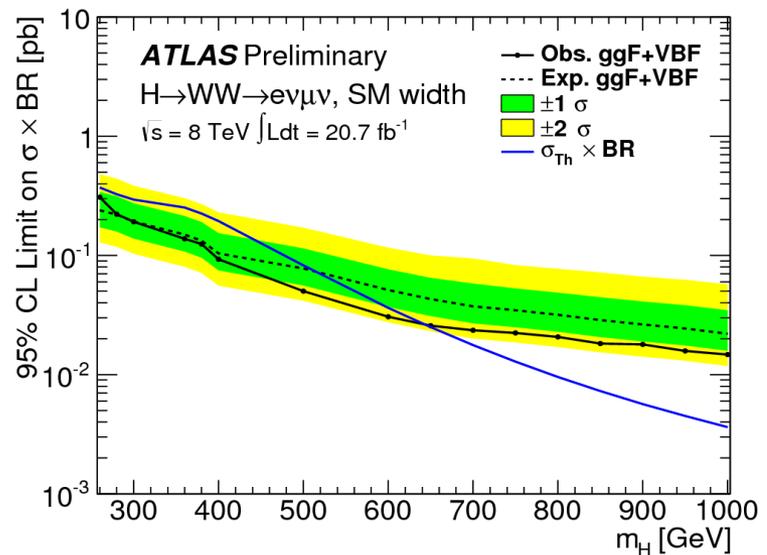
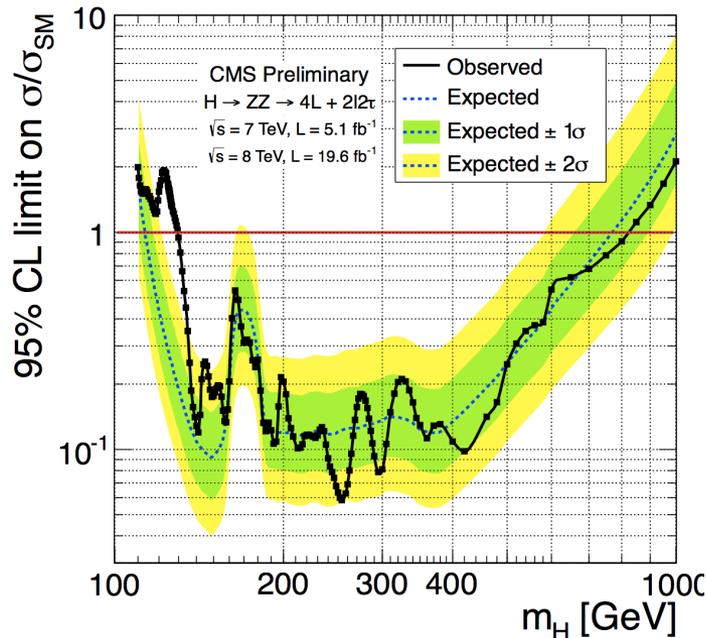


Prémio Príncipe de Asturias:



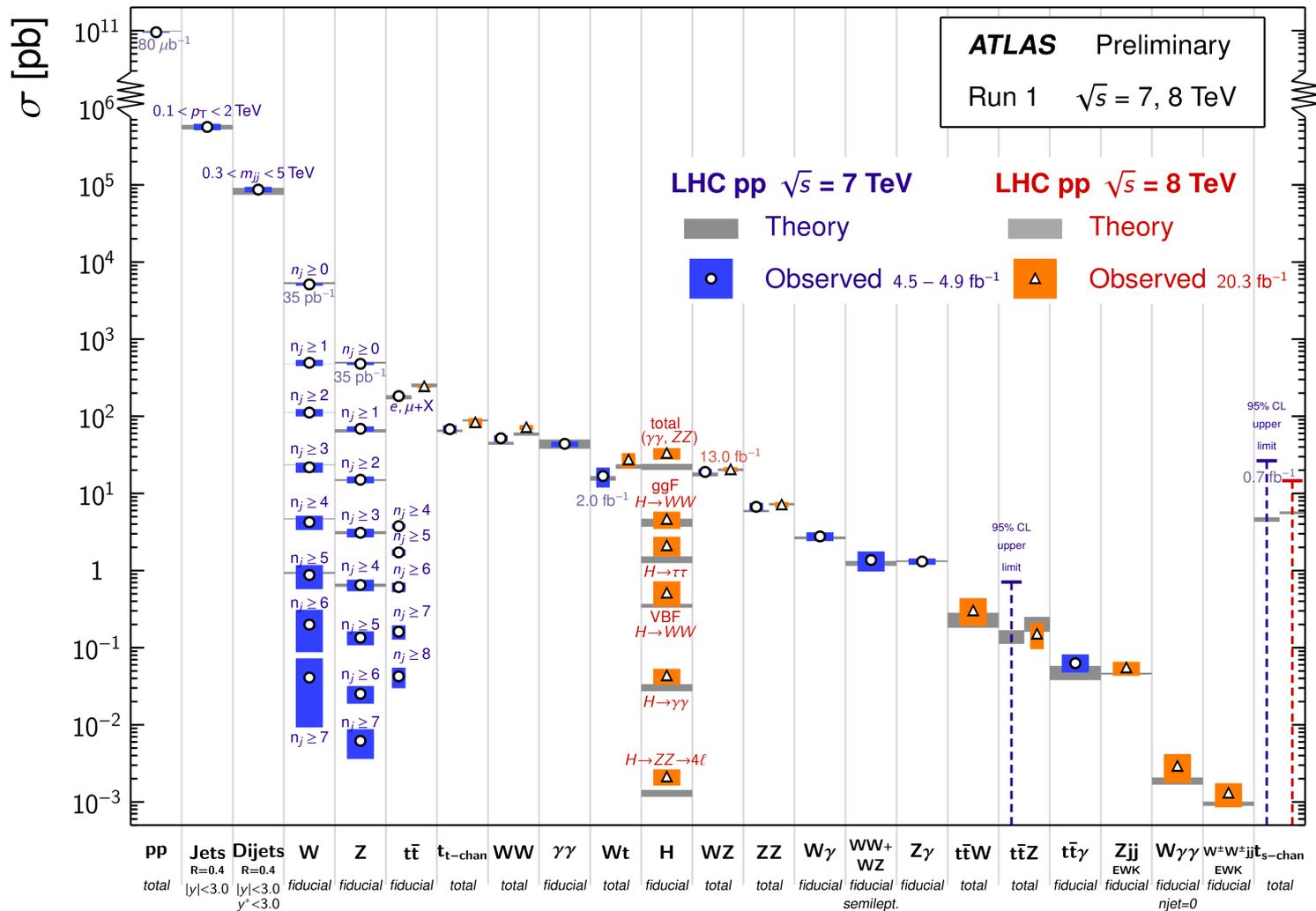
A procura de outros bosões de Higgs

- Os mesmos canais usados para a descoberta podem servir para achar outros bosões de Higgs, se eles existirem
- Pelo momento nenhum indicio de novos bosões



Standard Model Production Cross Section Measurements

Status: March 2015



- O Universo não é feito do mesmo tipo de matéria que a Terra
 - Efeitos gravitacionais: existe matéria escura
 - Existem evidencias de que não esta feita de p, e, n
 - 96% da materia do universo é matéria/energia escura!
- De que esta feita a matéria escura?



Dark Matter



Not Dark Matter

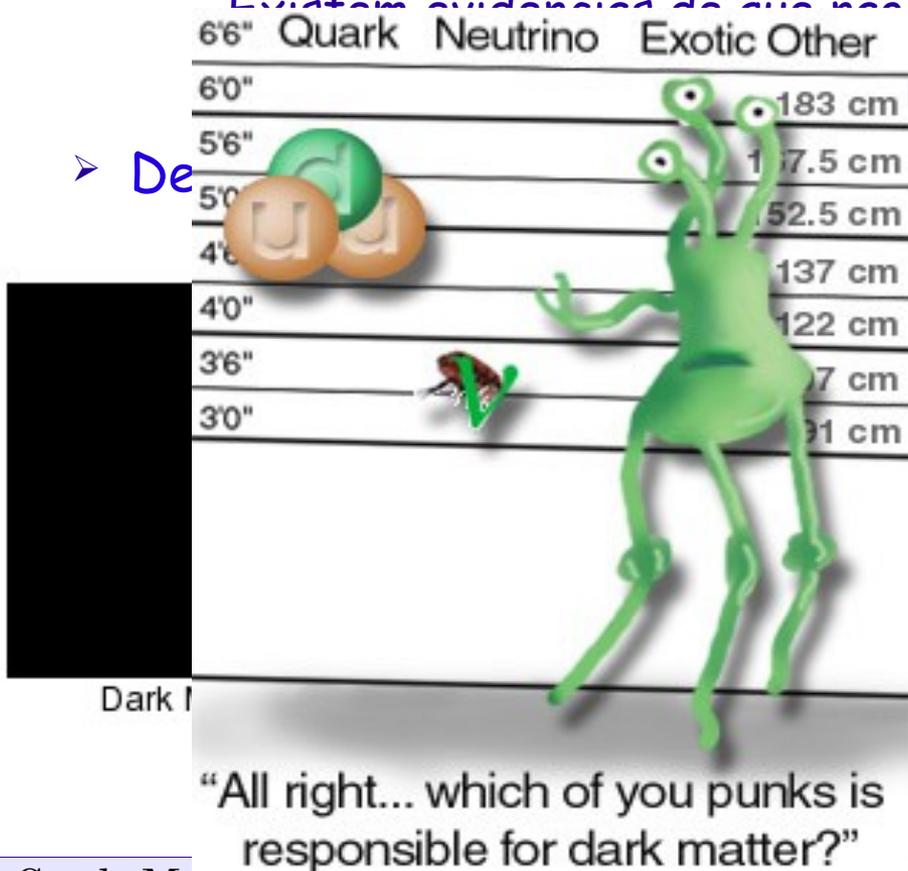
- O Universo não é feito do mesmo tipo de matéria que a Terra
- Efeitos gravitacionais: existe matéria escura

Existem evidências de que não esta feita de p, e, n

matéria/energia escura!

- De

ura?



Supersimetria:

Propõe um candidato para a matéria escura do Universo: o fotino

Dois tipos de partículas na natureza: fermiões e bosões

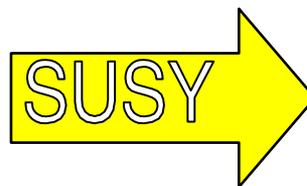
- Os fermiões têm spin semi-inteiro e tendem a ser tímidos e a manterem-se afastados uns dos outros (como num hotel onde as pessoas estão sempre em quartos individuais)
- Os bosões têm spin zero ou inteiro e tendem a estar todos juntos (como num hotel em que as pessoas ficam em dormitórios comuns)



- A supersimetria diz que para cada fermião na natureza existe um bosão e vice-versa.
- Não se encontraram partículas supersimétricas (ainda) e portanto devem ser muito pesadas.

SPIN $\frac{1}{2}$
FERMIONS

Lepto Quarks	u	c	t
	d	s	b
	ν_e	ν_μ	ν_τ
	e	μ	τ
	I	II	III
The Generations of			



SPIN 0
BOSONS

Sleptons Squarks	\tilde{u}	\tilde{c}	\tilde{t}
	\tilde{d}	\tilde{s}	\tilde{b}
	$\tilde{\nu}_e$	$\tilde{\nu}_\mu$	$\tilde{\nu}_\tau$
	\tilde{e}	$\tilde{\mu}$	$\tilde{\tau}$
	I	II	III
The Generations of Smatter			

ATLAS SUSY Searches* - 95% CL Lower Limits

Status: Feb 2015

ATLAS Preliminary

$\sqrt{s} = 7, 8 \text{ TeV}$

Model	e, μ, τ, γ	Jets	E_T^{miss}	$\int \mathcal{L} dt [\text{fb}^{-1}]$	Mass limit	Reference	
Inclusive Searches	MSUGRA/CMSSM	0	2-6 jets	Yes	20.3	\tilde{g}, \tilde{g} 1.7 TeV	$m(\tilde{g})=m(\tilde{g})$ 1405.7875
	$\tilde{q}\tilde{q}, \tilde{q} \rightarrow q\tilde{\chi}_1^0$	0	2-6 jets	Yes	20.3	850 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)=0 \text{ GeV}, m(1^{\text{st}} \text{ gen. } \tilde{q})=m(2^{\text{nd}} \text{ gen. } \tilde{q})$ 1405.7875
	$\tilde{q}\tilde{q}\gamma, \tilde{q} \rightarrow q\tilde{\chi}_1^0$ (compressed)	1 γ	0-1 jet	Yes	20.3	250 GeV	$m(\tilde{q})-m(\tilde{\chi}_1^0) = m(c)$ 1411.1559
	$\tilde{g}\tilde{g}, \tilde{g} \rightarrow q\tilde{q}\tilde{\chi}_1^0$	0	2-6 jets	Yes	20.3	\tilde{g} 1.33 TeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)=0 \text{ GeV}$ 1405.7875
	$\tilde{g}\tilde{g}, \tilde{g} \rightarrow q\tilde{q}\tilde{\chi}_1^\pm \rightarrow qqW^\pm\tilde{\chi}_1^0$	1 e, μ	3-6 jets	Yes	20	\tilde{g} 1.2 TeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)<300 \text{ GeV}, m(\tilde{\chi}^\pm)=0.5(m(\tilde{\chi}_1^0)+m(\tilde{g}))$ 1501.03555
	$\tilde{g}\tilde{g}, \tilde{g} \rightarrow qq(\ell\ell/\ell\nu/\nu\nu)\tilde{\chi}_1^0$	2 e, μ	0-3 jets	-	20	\tilde{g} 1.32 TeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)=0 \text{ GeV}$ 1501.03555
	GMSB ($\tilde{\ell}$ NLSP)	1-2 τ + 0-1 ℓ	0-2 jets	Yes	20.3	\tilde{g} 1.6 TeV	$\tan\beta > 20$ 1407.0603
	GGM (bino NLSP)	2 γ	-	Yes	20.3	\tilde{g} 1.28 TeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)>50 \text{ GeV}$ ATLAS-CONF-2014-001
	GGM (wino NLSP)	1 $e, \mu + \gamma$	-	Yes	4.8	\tilde{g} 619 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)>50 \text{ GeV}$ ATLAS-CONF-2012-144
	GGM (higgsino-bino NLSP)	γ	1 b	Yes	4.8	\tilde{g} 900 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)>220 \text{ GeV}$ 1211.1167
GGM (higgsino NLSP)	2 e, μ (Z)	0-3 jets	Yes	5.8	\tilde{g} 690 GeV	$m(\text{NLSP})>200 \text{ GeV}$ ATLAS-CONF-2012-152	
Gravitino LSP	0	mono-jet	Yes	20.3	$R^{1/2}$ scale 865 GeV	$m(\tilde{G})>1.8 \times 10^{-4} \text{ eV}, m(\tilde{g})=m(\tilde{q})=1.5 \text{ TeV}$ 1502.01518	
3 rd gen. \tilde{g} med.	$\tilde{g} \rightarrow b\tilde{b}\tilde{\chi}_1^0$	0	3 b	Yes	20.1	\tilde{g} 2.5 TeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)<400 \text{ GeV}$ 1407.0600
	$\tilde{g} \rightarrow t\tilde{t}\tilde{\chi}_1^0$	0	7-10 jets	Yes	20.3	\tilde{g} 1.1 TeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)<350 \text{ GeV}$ 1308.1841
	$\tilde{g} \rightarrow t\tilde{b}\tilde{\chi}_1^0$	0-1 e, μ	3 b	Yes	20.1	\tilde{g} 1.34 TeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)<400 \text{ GeV}$ 1407.0600
	$\tilde{g} \rightarrow b\tilde{t}\tilde{\chi}_1^+$	0-1 e, μ	3 b	Yes	20.1	\tilde{g} 1.3 TeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)<300 \text{ GeV}$ 1407.0600
	3 rd gen. squarks direct production	$\tilde{b}_1\tilde{b}_1, \tilde{b}_1 \rightarrow b\tilde{\chi}_1^0$	0	2 b	Yes	20.1	\tilde{b}_1 920 GeV
$\tilde{b}_1\tilde{b}_1, \tilde{b}_1 \rightarrow t\tilde{\chi}_1^\pm$		2 e, μ (SS)	0-3 b	Yes	20.3	\tilde{b}_1 750 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^\pm)=2 m(\tilde{\chi}_1^0)$ 1404.2500
$\tilde{t}_1\tilde{t}_1, \tilde{t}_1 \rightarrow b\tilde{\chi}_1^\pm$		1-2 e, μ	1-2 b	Yes	4.7	\tilde{t}_1 110-167 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^\pm) = 2m(\tilde{\chi}_1^0), m(\tilde{\chi}_1^0)=55 \text{ GeV}$ 1209.2102, 1407.0583
$\tilde{t}_1\tilde{t}_1, \tilde{t}_1 \rightarrow Wb\tilde{\chi}_1^0$ or $t\tilde{\chi}_1^0$		2 e, μ	0-2 jets	Yes	20.3	\tilde{t}_1 90-191 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)=1 \text{ GeV}$ 1403.4853, 1412.4742
$\tilde{t}_1\tilde{t}_1, \tilde{t}_1 \rightarrow t\tilde{\chi}_1^0$		0-1 e, μ	1-2 b	Yes	20	\tilde{t}_1 115-530 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)=1 \text{ GeV}$ 1407.0583, 1406.1122
$\tilde{t}_1\tilde{t}_1, \tilde{t}_1 \rightarrow c\tilde{\chi}_1^0$		0	mono-jet/c-tag	Yes	20.3	\tilde{t}_1 210-640 GeV	$m(\tilde{t}_1)-m(\tilde{\chi}_1^0)<85 \text{ GeV}$ 1407.0608
$\tilde{t}_1\tilde{t}_1$ (natural GMSB)		2 e, μ (Z)	1 b	Yes	20.3	\tilde{t}_1 150-580 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)>150 \text{ GeV}$ 1403.5222
$\tilde{t}_2\tilde{t}_2, \tilde{t}_2 \rightarrow \tilde{t}_1 + Z$		3 e, μ (Z)	1 b	Yes	20.3	\tilde{t}_2 290-600 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)<200 \text{ GeV}$ 1403.5222
EW direct	$\tilde{\ell}_{L,R}\tilde{\ell}_{L,R}, \tilde{\ell} \rightarrow \tilde{\chi}_1^0$	2 e, μ	0	Yes	20.3	$\tilde{\ell}$ 90-325 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)=0 \text{ GeV}$ 1403.5294
	$\tilde{\chi}_1^\pm\tilde{\chi}_1^\pm, \tilde{\chi}_1^\pm \rightarrow \tilde{\ell}\nu(\tilde{\ell}\bar{\nu})$	2 e, μ	0	Yes	20	$\tilde{\chi}_1^\pm$ 140-465 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^\pm)=0 \text{ GeV}, m(\tilde{\ell}, \nu)=0.5(m(\tilde{\chi}_1^\pm)+m(\tilde{\chi}_1^0))$ 1403.5294
	$\tilde{\chi}_1^\pm\tilde{\chi}_1^\pm, \tilde{\chi}_1^\pm \rightarrow \tilde{\tau}\nu(\tilde{\tau}\bar{\nu})$	2 τ	-	Yes	20.3	$\tilde{\chi}_1^\pm$ 100-350 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)=0 \text{ GeV}, m(\tilde{\tau}, \nu)=0.5(m(\tilde{\chi}_1^\pm)+m(\tilde{\chi}_1^0))$ 1407.0350
	$\tilde{\chi}_1^\pm\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\ell}_L\nu\tilde{\ell}_L\ell(\tilde{\nu}\nu), \tilde{\ell}\tilde{\nu}\tilde{\ell}_L\ell(\tilde{\nu}\nu)$	3 e, μ	0	Yes	20.3	$\tilde{\chi}_1^\pm, \tilde{\chi}_2^0$ 700 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^\pm)=m(\tilde{\chi}_2^0), m(\tilde{\chi}_1^0)=0, m(\tilde{\ell}, \nu)=0.5(m(\tilde{\chi}_1^\pm)+m(\tilde{\chi}_1^0))$ 1402.7029
	$\tilde{\chi}_1^\pm\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow W\tilde{\chi}_1^0 Z\tilde{\chi}_1^0$	2-3 e, μ	0-2 jets	Yes	20.3	$\tilde{\chi}_1^\pm, \tilde{\chi}_2^0$ 420 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^\pm)=m(\tilde{\chi}_2^0), m(\tilde{\chi}_1^0)=0, \text{ sleptons decoupled}$ 1403.5294, 1402.7029
	$\tilde{\chi}_1^\pm\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow W\tilde{\chi}_1^0 h\tilde{\chi}_1^0, h \rightarrow b\bar{b}/WW/\tau\tau/\gamma\gamma$	e, μ, γ	0-2 b	Yes	20.3	$\tilde{\chi}_1^\pm, \tilde{\chi}_2^0$ 250 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^\pm)=m(\tilde{\chi}_2^0), m(\tilde{\chi}_1^0)=0, \text{ sleptons decoupled}$ 1501.07110
	$\tilde{\chi}_2^0\tilde{\chi}_3^0, \tilde{\chi}_{2,3}^0 \rightarrow \tilde{\ell}_R\ell$	4 e, μ	0	Yes	20.3	$\tilde{\chi}_{2,3}^0$ 620 GeV	$m(\tilde{\chi}_2^0)=m(\tilde{\chi}_3^0), m(\tilde{\chi}_1^0)=0, m(\tilde{\ell}, \nu)=0.5(m(\tilde{\chi}_2^0)+m(\tilde{\chi}_1^0))$ 1405.5086
Long-lived particles	Direct $\tilde{\chi}_1^\pm\tilde{\chi}_1^\pm$ prod., long-lived $\tilde{\chi}_1^\pm$	Disapp. trk	1 jet	Yes	20.3	$\tilde{\chi}_1^\pm$ 2 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^\pm)-m(\tilde{\chi}_1^0)=160 \text{ MeV}, \tau(\tilde{\chi}_1^\pm)=0.2 \text{ ns}$ 1310.3675
	Stable, stopped \tilde{g} R-hadron	0	1-5 jets	Yes	27.9	\tilde{g} 832 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)=100 \text{ GeV}, 10 \mu\text{s} < \tau(\tilde{g}) < 1000 \text{ s}$ 1310.6584
	Stable \tilde{g} R-hadron	trk	-	-	19.1	\tilde{g} 1.27 TeV	1411.6795
	GMSB, stable $\tilde{\tau}, \tilde{\chi}_1^0 \rightarrow \tilde{\tau}(\tilde{e}, \tilde{\mu}) + \tau(e, \mu)$	1-2 μ	-	-	19.1	$\tilde{\chi}_1^0$ 537 GeV	$10 < \tan\beta < 50$ 1411.6795
	GMSB, $\tilde{\chi}_1^0 \rightarrow \gamma\tilde{G}$, long-lived $\tilde{\chi}_1^0$	2 γ	-	Yes	20.3	$\tilde{\chi}_1^0$ 435 GeV	$2 < \tau(\tilde{\chi}_1^0) < 3 \text{ ns}, \text{ SPS8 model}$ 1409.5542
	$\tilde{q}\tilde{q}, \tilde{\chi}_1^0 \rightarrow qq\mu$ (RPV)	1 μ , displ. vtx	-	-	20.3	$\tilde{\chi}_1^0$ 1.0 TeV	$1.5 < c\tau < 156 \text{ mm}, \text{BR}(\mu)=1, m(\tilde{\chi}_1^0)=108 \text{ GeV}$ ATLAS-CONF-2013-092
RPV	LFV $pp \rightarrow \tilde{\nu}_\tau + X, \tilde{\nu}_\tau \rightarrow e + \mu$	2 e, μ	-	-	4.6	$\tilde{\nu}_\tau$ 1.61 TeV	$\lambda'_{311}=0.10, \lambda'_{132}=0.05$ 1212.1272
	LFV $pp \rightarrow \tilde{\nu}_\tau + X, \tilde{\nu}_\tau \rightarrow e(\mu) + \tau$	1 $e, \mu + \tau$	-	-	4.6	$\tilde{\nu}_\tau$ 1.1 TeV	$\lambda'_{311}=0.10, \lambda'_{1(2)33}=0.05$ 1212.1272
	Bilinear RPV GMSB	2 e, μ (SS)	0-3 b	Yes	20.3	\tilde{q} 1.35 TeV	$m(\tilde{q})=m(\tilde{g}), c\tau_{LS} p < 1 \text{ mm}$ 1404.2500
	$\tilde{\chi}_1^\pm\tilde{\chi}_1^\pm, \tilde{\chi}_1^\pm \rightarrow W\tilde{\chi}_1^0, \tilde{\chi}_1^0 \rightarrow ee\nu_\mu, e\mu\nu_e$	4 e, μ	-	Yes	20.3	$\tilde{\chi}_1^\pm$ 750 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)>0.2 \times m(\tilde{\chi}_1^\pm), \lambda'_{121} \neq 0$ 1405.5086
	$\tilde{\chi}_1^\pm\tilde{\chi}_1^\pm, \tilde{\chi}_1^\pm \rightarrow W\tilde{\chi}_1^0, \tilde{\chi}_1^0 \rightarrow \tau\tau\nu_e, e\tau\nu_\tau$	3 $e, \mu + \tau$	-	Yes	20.3	$\tilde{\chi}_1^\pm$ 450 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)>0.2 \times m(\tilde{\chi}_1^\pm), \lambda'_{133} \neq 0$ 1405.5086
	$\tilde{g} \rightarrow qq\tilde{q}$	0	6-7 jets	-	20.3	\tilde{g} 916 GeV	$\text{BR}(t)=\text{BR}(b)=\text{BR}(c)=0\%$ ATLAS-CONF-2013-091
$\tilde{g} \rightarrow \tilde{t}_1 t, \tilde{t}_1 \rightarrow bs$	2 e, μ (SS)	0-3 b	Yes	20.3	\tilde{g} 850 GeV	1404.250	
Other	Scalar charm, $\tilde{c} \rightarrow c\tilde{\chi}_1^0$	0	2 c	Yes	20.3	\tilde{c} 490 GeV	$m(\tilde{\chi}_1^0)<200 \text{ GeV}$ 1501.01325

Resultados

$\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$ full data
 $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$ partial data
 $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$ full data

10⁻¹ 1 Mass scale [TeV]

*Only a selection of the available mass limits on new states or phenomena is shown. All limits quoted are observed minus 1 σ theoretical signal cross section uncertainty.

ATLAS Exotics Searches* - 95% CL Exclusion

Status: ICHEP 2014

ATLAS Preliminary

$$\int \mathcal{L} dt = (1.0 - 20.3) \text{ fb}^{-1} \quad \sqrt{s} = 7, 8 \text{ TeV}$$

Model	ℓ, γ	Jets	E_T^{miss}	$\int \mathcal{L} dt [\text{fb}^{-1}]$	Mass limit	Reference	
Extra dimensions	ADD $G_{KK} + g/q$	-	1-2 j	Yes	4.7	M_D 4.37 TeV	$n = 2$ 1210.4491
	ADD non-resonant $\ell\ell$	$2e, \mu$	-	-	20.3	M_S 5.2 TeV	$n = 3$ HLZ ATLAS-CONF-2014-030
	ADD QBH $\rightarrow \ell q$	$1e, \mu$	1 j	-	20.3	M_{th} 5.2 TeV	$n = 6$ 1311.2006
	ADD QBH	-	2 j	-	20.3	M_{th} 5.82 TeV	$n = 6$ to be submitted to PRD
	ADD BH high N_{trk}	2μ (SS)	-	-	20.3	M_{th} 5.7 TeV	$n = 6, M_D = 1.5 \text{ TeV}$, non-rot BH 1308.4075
	ADD BH high $\sum p_T$	$\geq 1e, \mu$	$\geq 2j$	-	20.3	M_{th} 6.2 TeV	$n = 6, M_D = 1.5 \text{ TeV}$, non-rot BH 1405.4254
	RS1 $G_{KK} \rightarrow \ell\ell$	$2e, \mu$	-	-	20.3	G_{KK} mass 2.68 TeV	$k/\overline{M}_{Pl} = 0.1$ 1405.4123
	RS1 $G_{KK} \rightarrow WW \rightarrow \ell\nu\ell\nu$	$2e, \mu$	-	Yes	4.7	G_{KK} mass 1.23 TeV	$k/\overline{M}_{Pl} = 0.1$ 1208.2880
	Bulk RS $G_{KK} \rightarrow ZZ \rightarrow \ell\ell qq$	$2e, \mu$	2 j / 1 J	-	20.3	G_{KK} mass 730 GeV	$k/\overline{M}_{Pl} = 1.0$ ATLAS-CONF-2014-039
	Bulk RS $G_{KK} \rightarrow HH \rightarrow b\bar{b}b\bar{b}$	-	4 b	-	19.5	G_{KK} mass 590-710 GeV	$k/\overline{M}_{Pl} = 1.0$ ATLAS-CONF-2014-005
	Bulk RS $g_{KK} \rightarrow t\bar{t}$	$1e, \mu$	$\geq 1b, \geq 1J/2j$	Yes	14.3	g_{KK} mass 2.0 TeV	BR = 0.925 ATLAS-CONF-2013-052
	S^1/Z_2 ED	$2e, \mu$	-	-	5.0	$M_{KK} \approx R^{-1}$ 1.41 TeV	1209.2535
UED	2γ	-	Yes	4.8	Compact. scale R^{-1} 1.41 TeV	ATLAS-CONF-2012-072	
Gauge bosons	SSM $Z' \rightarrow \ell\ell$	$2e, \mu$	-	-	20.3	Z' mass 2.9 TeV	1405.4123
	SSM $Z' \rightarrow \tau\tau$	2τ	-	-	19.5	Z' mass 3.9 TeV	ATLAS-CONF-2013-066
	SSM $W' \rightarrow \ell\nu$	$1e, \mu$	-	Yes	20.3	W' mass 3.28 TeV	ATLAS-CONF-2014-017
	EGM $W' \rightarrow WZ \rightarrow \ell\nu\ell'\ell'$	$3e, \mu$	-	Yes	20.3	W' mass 1.52 TeV	1406.4456
	EGM $W' \rightarrow WZ \rightarrow qq\ell\ell$	$2e, \mu$	2 j / 1 J	-	20.3	W' mass 1.59 TeV	ATLAS-CONF-2014-039
	LRSM $W'_R \rightarrow t\bar{b}$	$1e, \mu$	2 b, 0-1 j	Yes	14.3	W'_R mass 1.84 TeV	ATLAS-CONF-2013-050
LRSM $W'_R \rightarrow t\bar{b}$	$0e, \mu$	$\geq 1b, 1J$	-	20.3	W'_R mass 1.77 TeV	to be submitted to EPJ C	
CI	CI $qqqq$	-	2 j	-	4.8	Λ 7.6 TeV	$\eta = +1$ 1210.1718
	CI $qq\ell\ell$	$2e, \mu$	-	-	20.3	Λ 21.6 TeV	$\eta_{LL} = -1$ ATLAS-CONF-2014-030
	CI $uutt$	$2e, \mu$ (SS)	$\geq 1b, \geq 1j$	Yes	14.3	Λ 3.0 TeV	$ C = 1$ ATLAS-CONF-2013-051
DM	EFT D5 operator (Dirac)	$0e, \mu$	1-2 j	Yes	10.5	N mass 731 GeV	at 90% CL for $m(\chi) < 80 \text{ GeV}$ ATLAS-CONF-2012-147
	EFT D9 operator (Dirac)	$0e, \mu$	1 J, $\leq 1j$	Yes	20.3	N mass 2.4 TeV	at 90% CL for $m(\chi) < 100 \text{ GeV}$ 1309.4017
LQ	Scalar LQ 1 st gen	$2e$	$\geq 2j$	-	1.0	LQ mass 605 GeV	$\beta = 1$ 1112.4828
	Scalar LQ 2 nd gen	2μ	$\geq 2j$	-	1.0	LQ mass 605 GeV	$\beta = 1$ 1203.3172
	Scalar LQ 3 rd gen	$1e, \mu, 1\tau$	1 b, 1 j	-	4.7	LQ mass 534 GeV	$\beta = 1$ 1303.0526
Heavy quarks	Vector-like quark $TT \rightarrow Ht + X$	$1e, \mu$	$\geq 2b, \geq 4j$	Yes	14.3	T mass 790 GeV	T in (T,B) doublet ATLAS-CONF-2013-018
	Vector-like quark $TT \rightarrow Wb + X$	$1e, \mu$	$\geq 1b, \geq 3j$	Yes	14.3	T mass 670 GeV	isospin singlet ATLAS-CONF-2013-060
	Vector-like quark $TT \rightarrow Zt + X$	$2/\geq 3e, \mu$	$\geq 2/\geq 1b$	-	20.3	T mass 735 GeV	T in (T,B) doublet ATLAS-CONF-2014-036
	Vector-like quark $BB \rightarrow Zb + X$	$2/\geq 3e, \mu$	$\geq 2/\geq 1b$	-	20.3	B mass 755 GeV	B in (B,Y) doublet ATLAS-CONF-2014-036
	Vector-like quark $BB \rightarrow Wt + X$	$2e, \mu$ (SS)	$\geq 1b, \geq 1j$	Yes	14.3	B mass 720 GeV	B in (T,B) doublet ATLAS-CONF-2013-051
Excited fermions	Excited quark $q^* \rightarrow q\gamma$	1γ	1 j	-	20.3	q^* mass 3.5 TeV	only u^* and d^* , $\Lambda = m(q^*)$ 1309.3230
	Excited quark $q^* \rightarrow qg$	-	2 j	-	20.3	q^* mass 4.09 TeV	only u^* and d^* , $\Lambda = m(q^*)$ to be submitted to PRD
	Excited quark $b^* \rightarrow Wt$	$1 \text{ or } 2e, \mu$	1 b, 2 j or 1 j	Yes	4.7	b^* mass 870 GeV	left-handed coupling 1301.1583
	Excited lepton $\ell^* \rightarrow \ell\gamma$	$2e, \mu, 1\gamma$	-	-	13.0	ℓ^* mass 2.2 TeV	$\Lambda = 2.2 \text{ TeV}$ 1308.1364
Other	LSTC $a_T \rightarrow W\gamma$	$1e, \mu, 1\gamma$	-	Yes	20.3	a_T mass 960 GeV	to be submitted to PLB
	LRSM Majorana ν	$2e, \mu$	2 j	-	2.1	N^0 mass 1.5 TeV	$m(W_R) = 2 \text{ TeV}$, no mixing 1203.5420
	Type III Seesaw	$2e, \mu$	-	-	5.8	N^\pm mass 245 GeV	$ V_{cb} =0.055, V_{cb'} =0.063, V_{cb''} =0$ ATLAS-CONF-2013-019
	Higgs triplet $H^{\pm\pm} \rightarrow \ell\ell$	$2e, \mu$ (SS)	-	-	4.7	$H^{\pm\pm}$ mass 409 GeV	DY production, BR($H^{\pm\pm} \rightarrow \ell\ell$)=1 1210.5070
	Multi-charged particles	-	-	-	4.4	multi-charged particle mass 490 GeV	DY production, $ q = 4e$ 1301.5272
	Magnetic monopoles	-	-	-	2.0	monopole mass 862 GeV	DY production, $ g = 1g_D$ 1207.6411

NADA!!!
 Resultados:

$\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$ $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$

10⁻¹ 1 10 Mass scale [TeV]

*Only a selection of the available mass limits on new states or phenomena is shown.

O LHC está a recomençar com maior energia!

- As descobertas podem estar à volta da esquina...



O LHC está a recomençar com maior energia!

- As descobertas podem estar à volta da esquina...

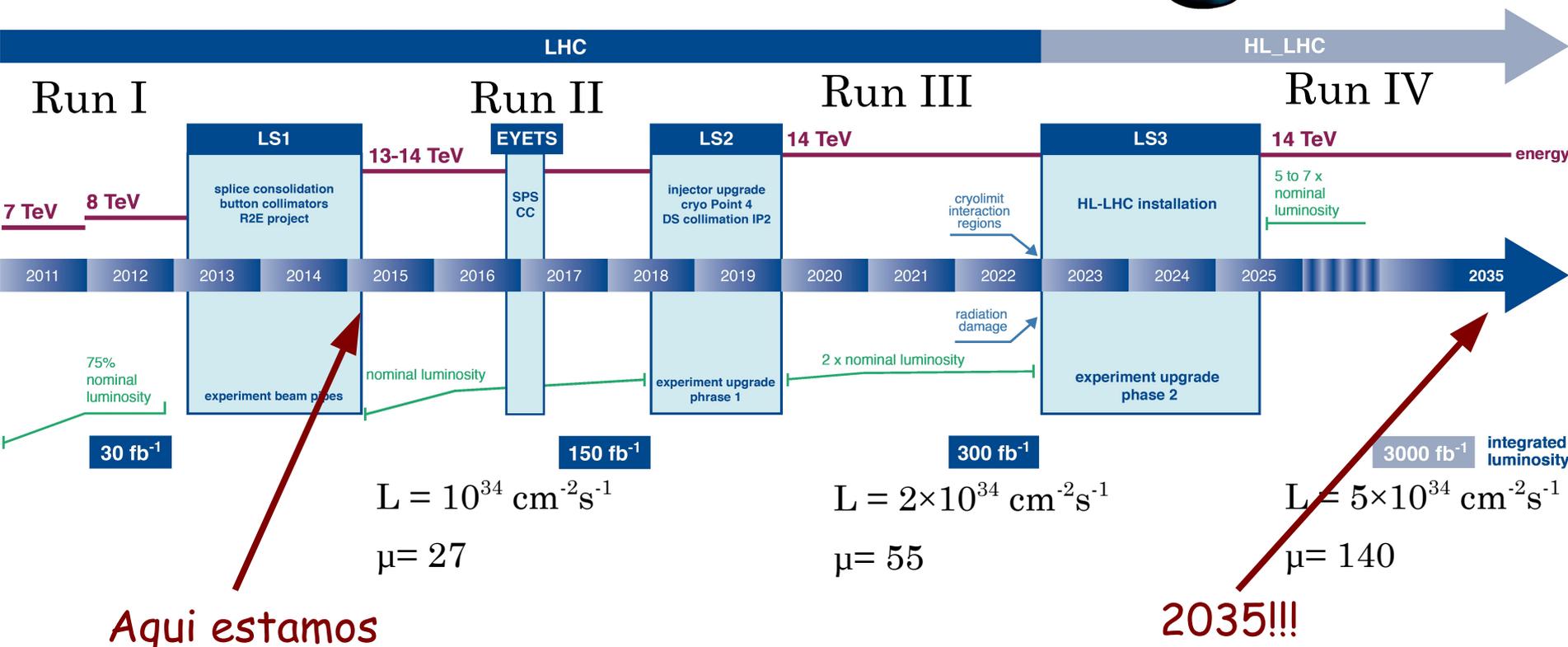


- Ainda temos esperança...



Futuro do LHC e de ATLAS e CMS

LHC / HL-LHC Plan



- O LHC é o mais potente acelerador de partículas do mundo
- Na primeira tomada de dados
 - Descobrimos o bóson de Higgs
 - Medimos as suas propriedades
 - Medimos imensos processos do Modelo Padrão
 - Não encontramos nova física
- Com os novos dados e os futuros upgrades
 - Seguiremos à procura de nova física
 - Medidas de precisão de processos que já conhecemos (ex. Higgs)
 - Pesquisas directas



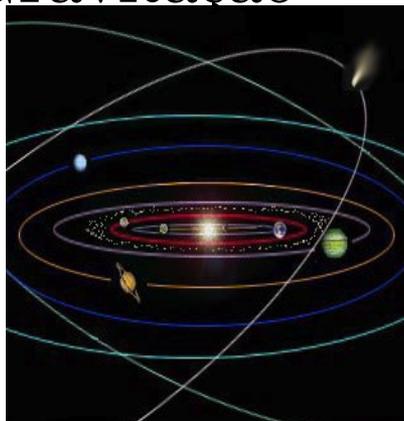




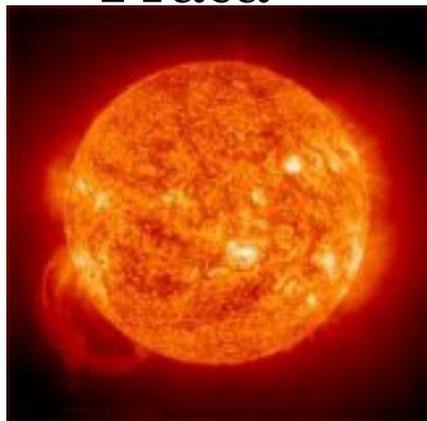
Backup

As interações fundamentais

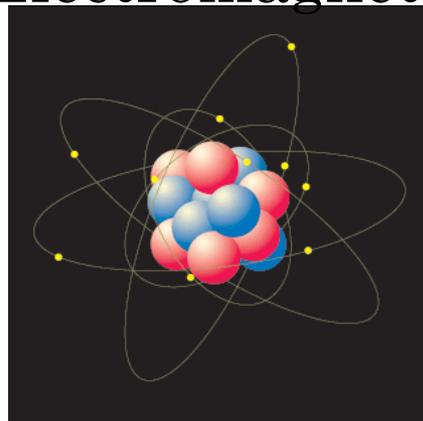
Gravitação



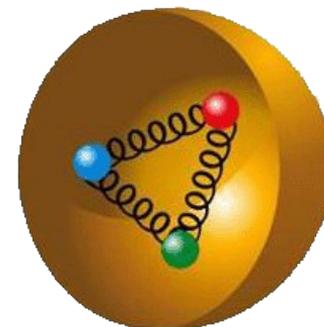
Fraca



Electromagnetismo

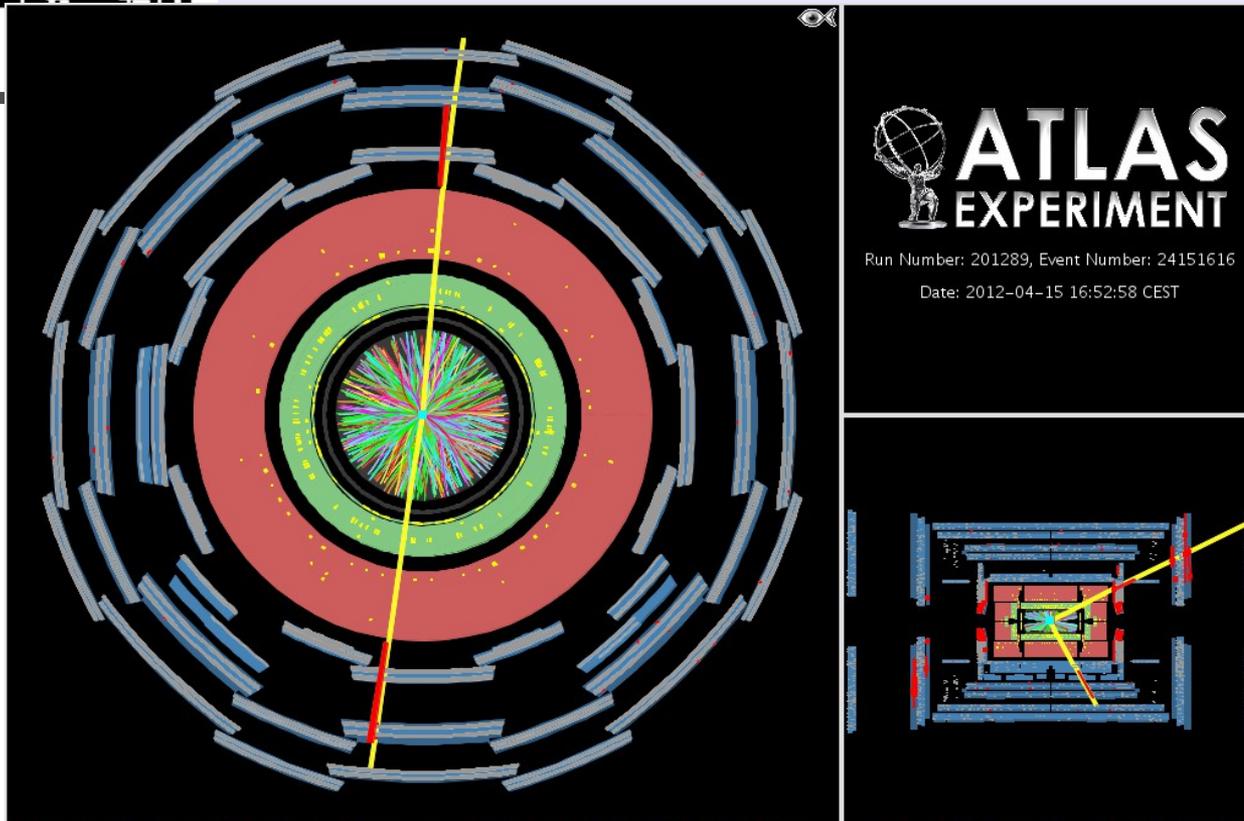


Forte

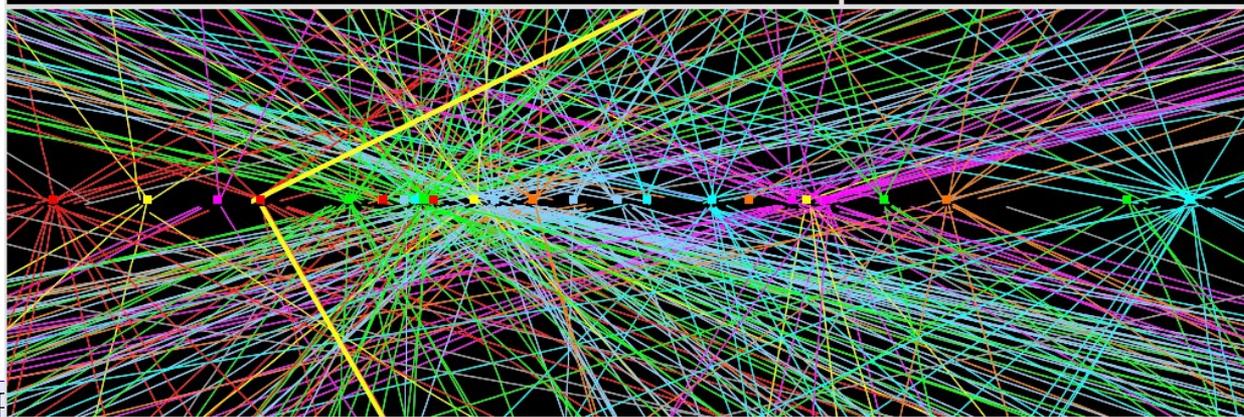


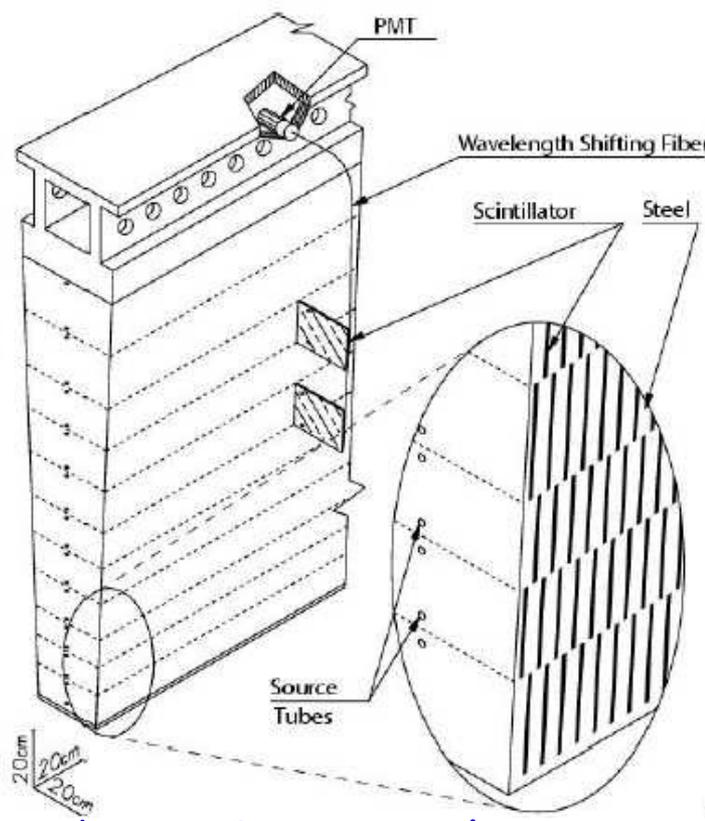
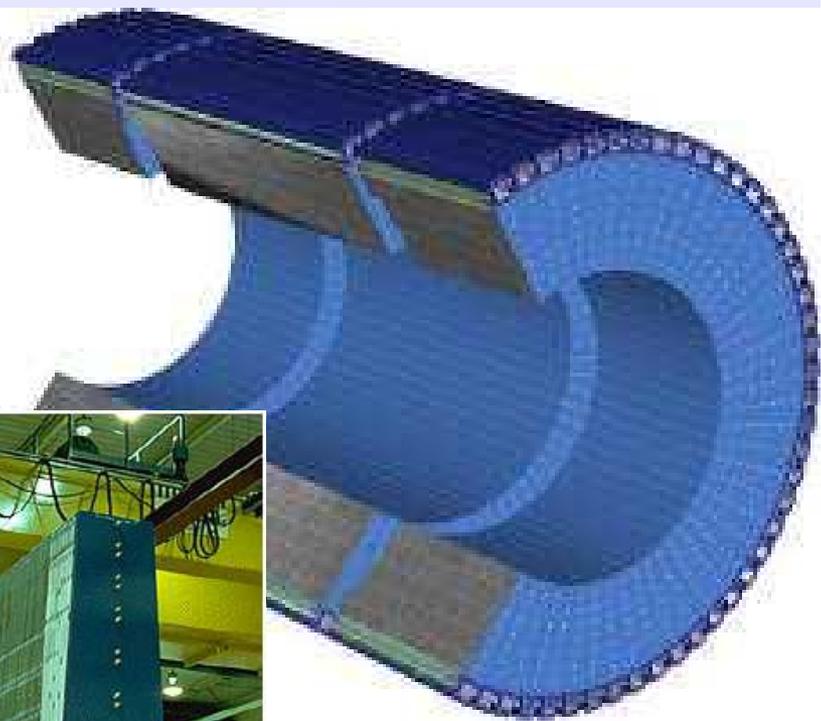
Interacção	<u>Gravitação</u>	<u>Fraca</u>	<u>Electromagnética</u>	<u>Forte</u>
Partícula	gravitão (?)	W^+ , W^- e Z^0	fotão	gluão
Age sobre	massa	carga de "sabor"	carga eléctrica	"cor"
Força entre 2 protões no núcleo	10^{-36}	10^{-7}	1	20
Responsável por	Sistema solar galáxias	radioactividade beta fusão nuclear	luz, átomos, química, electrónica	hadrões núcleos

Pile-up



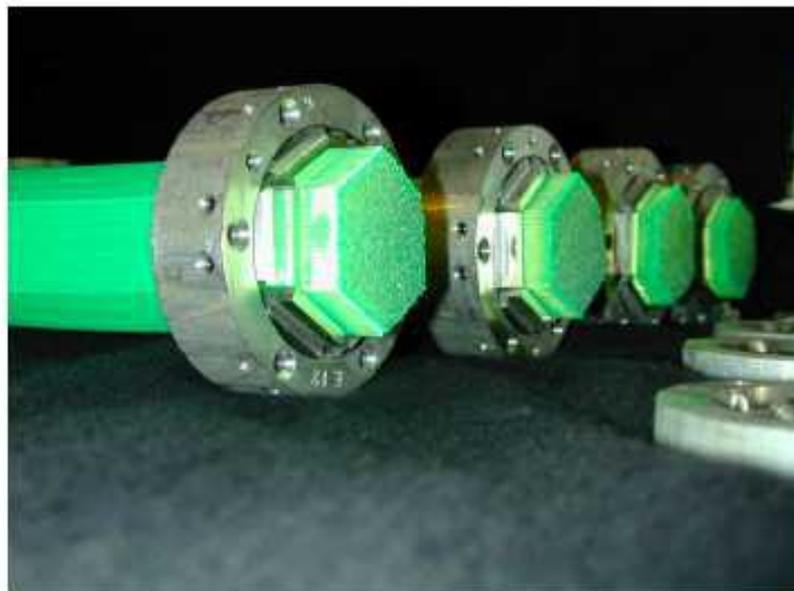
- $Z \rightarrow \mu\mu$ event with 25 additional interactions
- Typical average event in the second half of 2012





Calorímetro hadrónico da região central
matriz de aço com telhas cintilantes
luz transportada por fibra ópticas até os
fotomultiplicadores
cada célula lida por 2 fotomultiplicadores

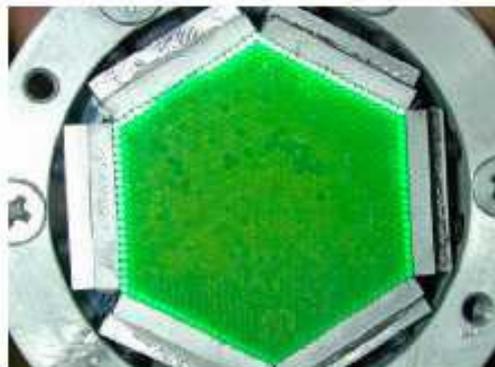
Corte, Polimento e Aluminização de fibras ópticas



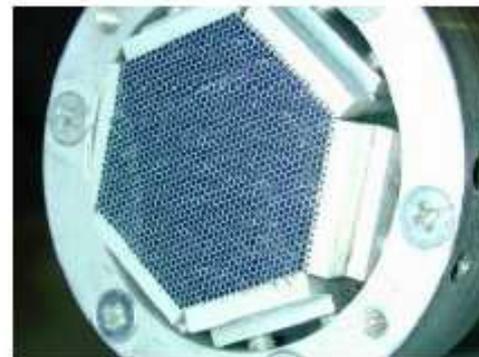
Molhos
com
1261 fibras



Polimento e corte



Aluminização



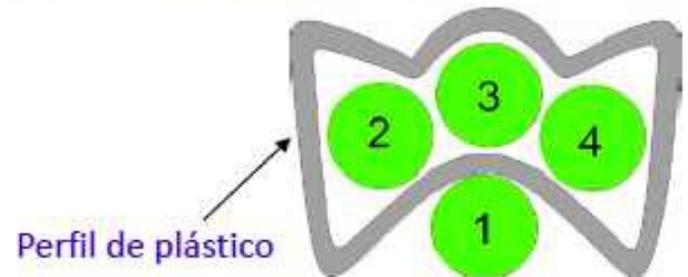
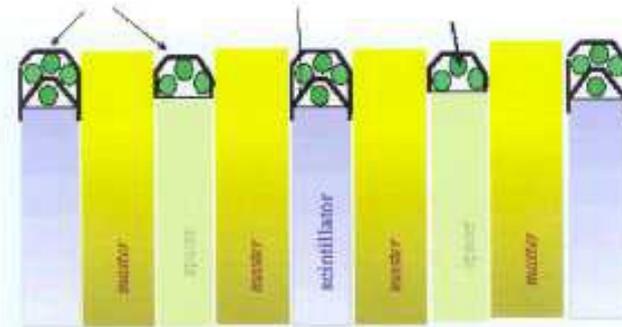
Inserção de fibras ópticas

~500 000 fibras

28 diferentes comprimentos (~2 m)

~160 000 perfis

4 tipos, 2 comprimentos (~1 m each)



Robot para inserção de fibras ópticas em perfis de plástico desenvolvido e construído em Portugal

Fiável!

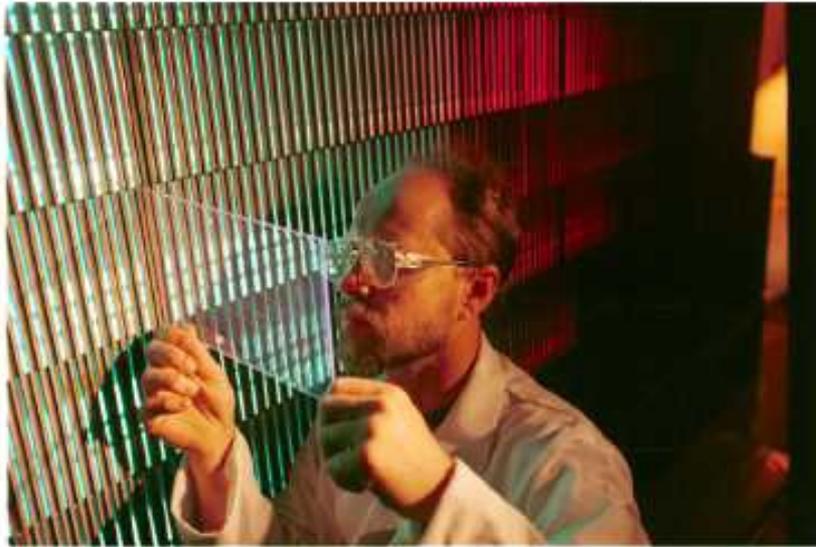
Vários anos de funcionamento em contínuo



ATLAS

Cintiladores R&D

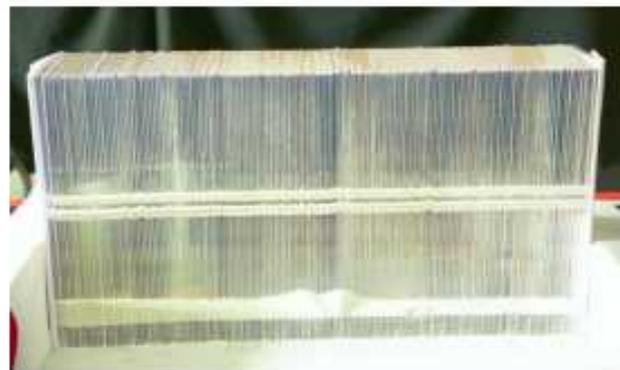
Cintilador a ser introduzido num módulo do TileCal em Argonne (USA)



Cintiladores produzidos por
injecção em moldes
Caras fotografadas através de
cintiladores de 10cm de espessura



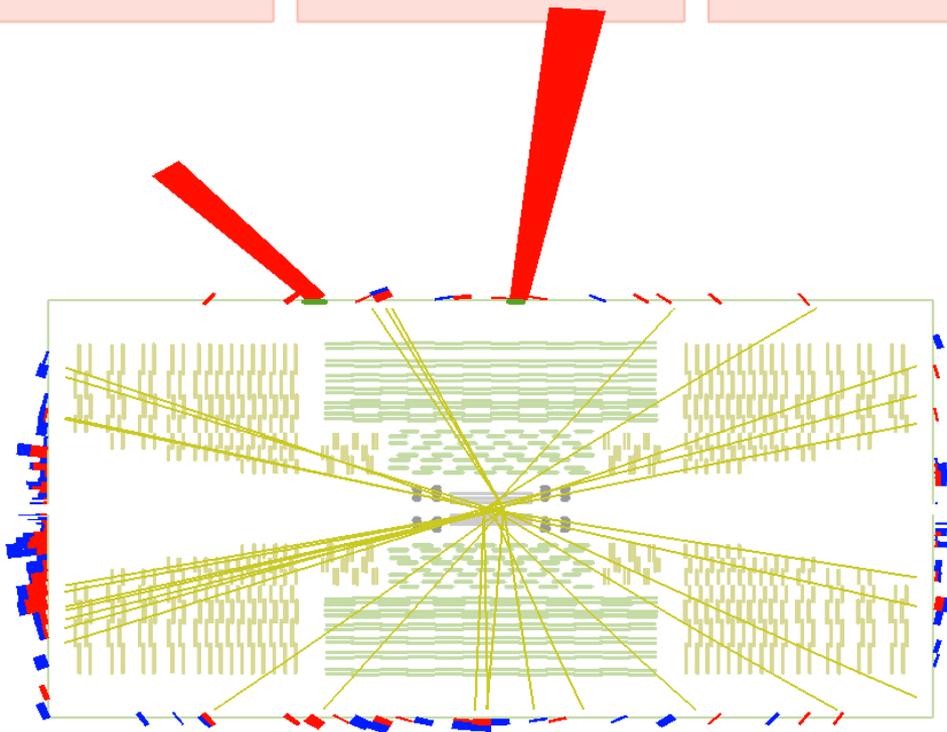
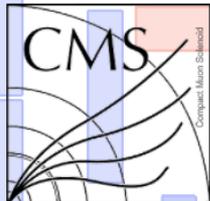
COURRIER CERN
Revue internationale de la physique des hautes énergies



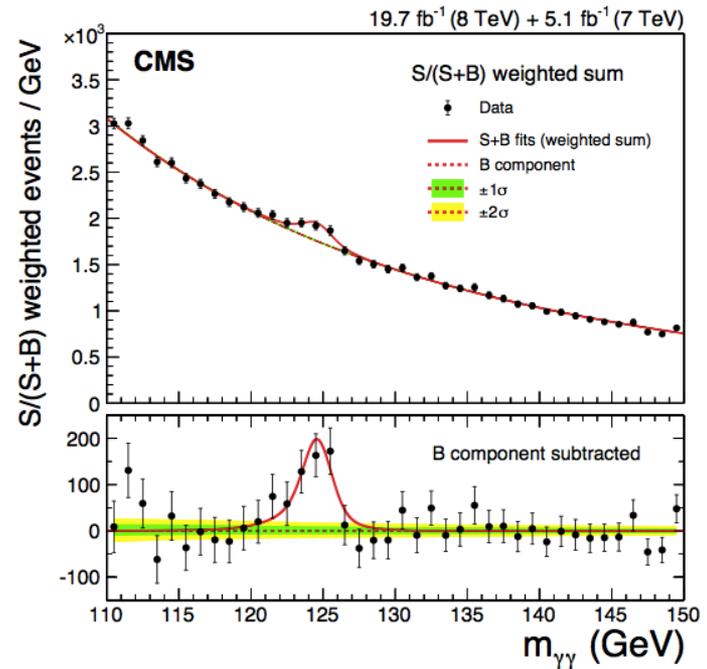
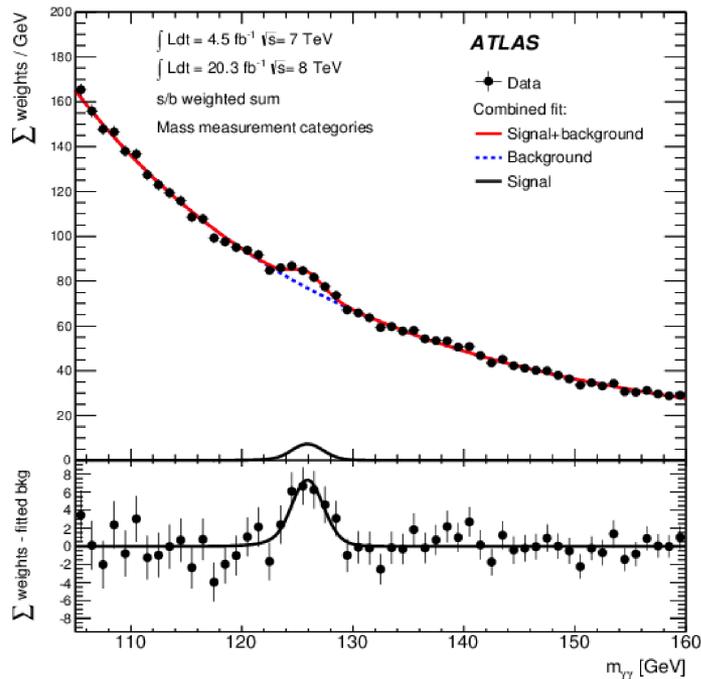
Cintiladores produzidos na
Uminho I&D

Instrumentação do TileCal no CERN





CMS Experiment at LHC, CERN
Data recorded: Sun May 13 22:08:14 2012 CEST
Run/Event: 194108 / 564224000
Lumi section: 575



➤ Best fit results:

ATLAS

$$m_H = 125.98 \pm 0.42 \text{ (stat)} \pm 0.28 \text{ (syst)} \text{ GeV}$$

$$\sigma/\sigma_{SM} = 1.29 \pm 0.30$$

➤ Background fluctuation probability $\sim 10^{-8}$

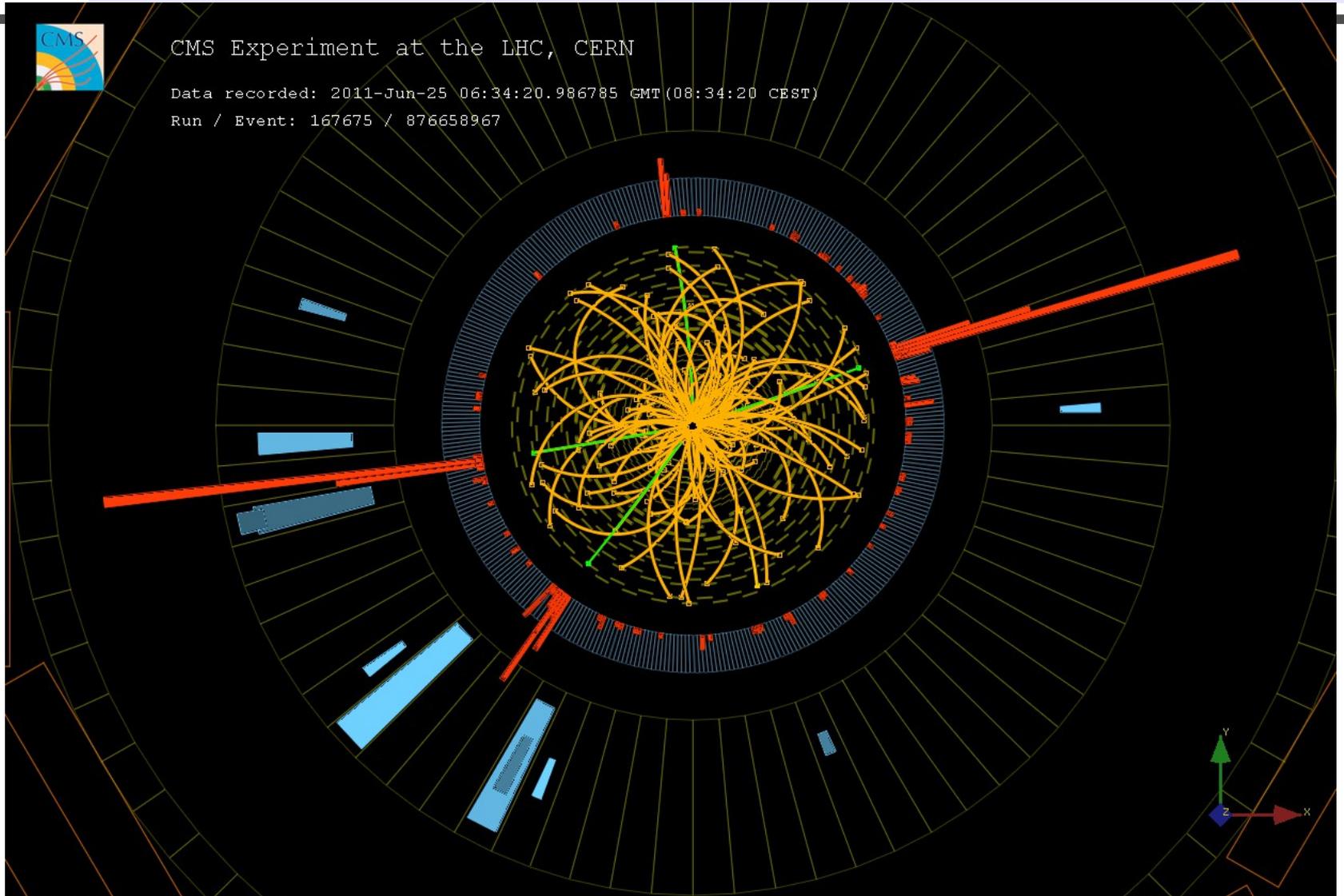
CMS

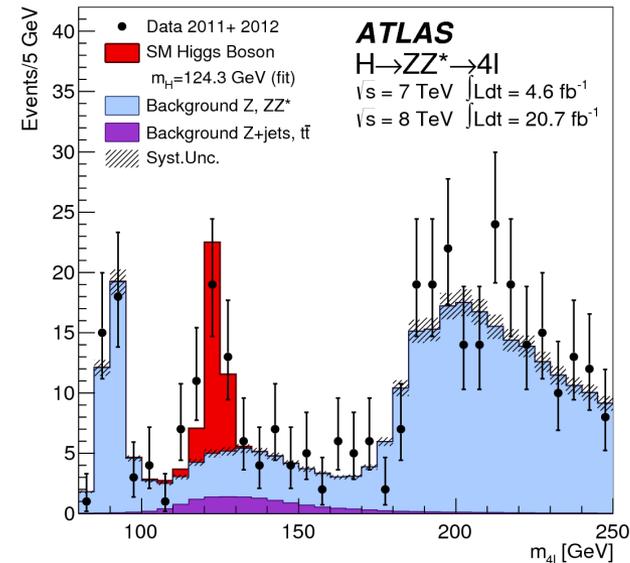
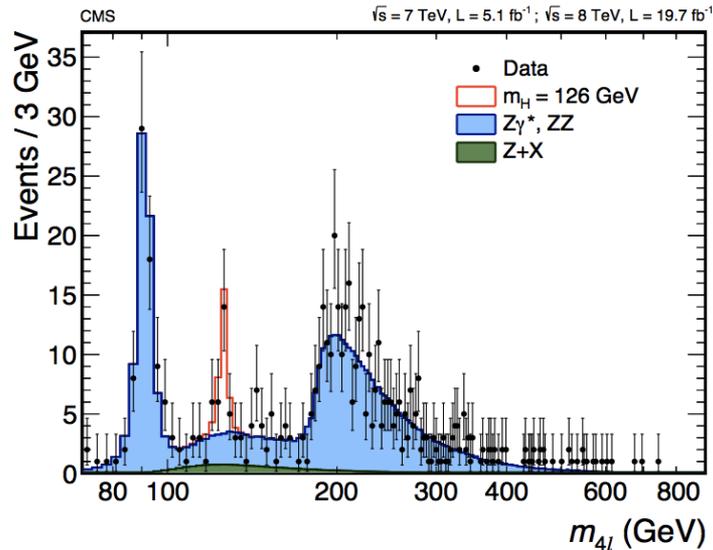
$$m_H = 124.7 \pm 0.31 \text{ (stat)} \pm 0.15 \text{ (syst)} \text{ GeV}$$

$$\sigma/\sigma_{SM} = 1.14^{+0.26}_{-0.23}$$



$H \rightarrow ZZ \rightarrow 4\ell$





- Clear signal observed, compatible with SM expectations

$$\text{CMS: } 6.8\sigma, \quad \mu = 0.93^{+0.26}_{-0.23} (\text{stat.})^{+0.13}_{-0.09} (\text{syst.})$$

$$\text{ATLAS: } p_0 = 2.7 \times 10^{-11} (6.6 \sigma)$$

- Best mass fit:

$$m_H = 125.6 \pm 0.4 (\text{stat.}) \pm 0.2 (\text{syst.}) \text{ GeV}$$

CMS:

$$m_H = 124.3^{+0.6}_{-0.5} (\text{stat})^{+0.5}_{-0.3} (\text{syst}) \text{ GeV}$$

ATLAS:

Group Meeting, 20th Mar 2015